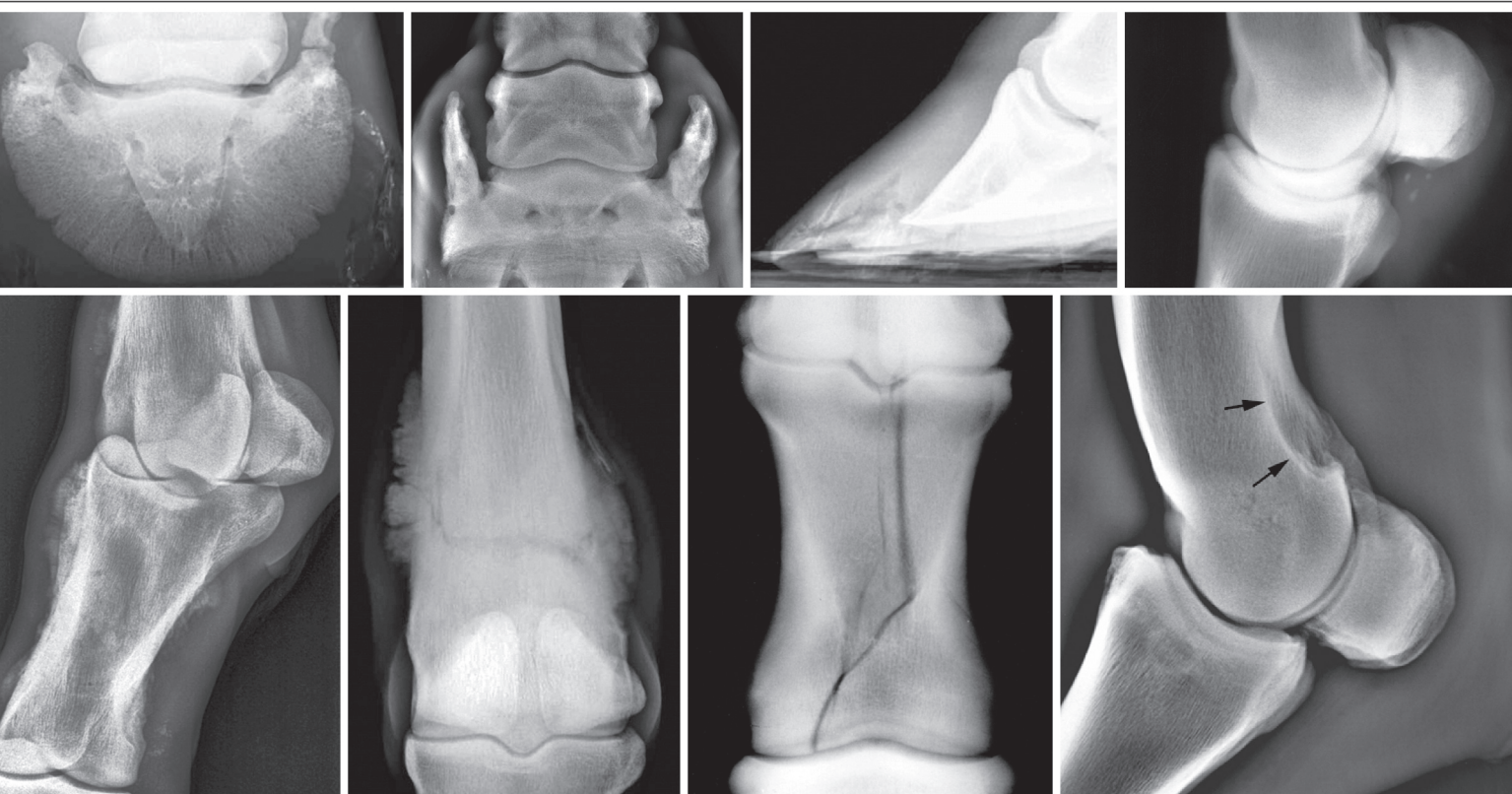


Janet A. BUTLER,  
Christopher M. COLLES,  
Sue J. DYSON, Svend E. KOLD  
oraz Paul W. POULOS



# RADIOLOGIA KLINICZNA KONI



GALAKTYKA



# RADIOLOGIA KLINICZNA KONI

**JANET A. BUTLER**

*B&W Equine Group, Berkeley, UK*

**CHRISTOPHER M. COLLES**

BVetMed, PhD, MRCVS, Hon FWCF  
*Avonvale Veterinary Practice Ltd., Banbury, UK*

**SUE J. DYSON**

MA, VetMB, PhD, DEO, FRCVS  
*Centre for Equine Studies, Animal  
Health Trust, Newmarket, UK*

**SVEND E. KOLD**

DVM, Dr Med Vet, CUEW, RFP, MRCVS  
*Svend Kold Ltd., Tetbury, UK*

**PAUL W. POULOS**

JR, DVM, PhD, DipACVR  
*California, USA*

Współpraca: **SARAH PUCHALSKI**

DVM, DipACVR  
*California, USA*

G A L A K T Y K A

Tytuł oryginału: *Clinical Radiology of the Horse*. Fourth Edition

This edition first published 2017 © 2017 by John Wiley & Sons, Ltd.  
John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK

Third edition © 2008 by Janet Butler, Christopher Colles, Sue Dyson, Svend Kold and Paul Poulos  
Second edition © 2000 by Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company  
First edition © 1993 by Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company

Prawo autorów do identyfikowania ich jako autorów niniejszej książki zostało potwierdzone zgodnie z brytyjskim prawem autorskim (Designs and Patents Act 1988).

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Wydawnictwo Galaktyka Sp. z o.o. and is not the responsibility of John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Autoryzowany przekład wydania w języku angielskim opublikowanego przez John Wiley & Sons. Odpowiedzialność za jakość przekładu spoczywa wyłącznie na wydawnictwie Galaktyka Sp. z o.o. a John Wiley & Sons nie ponosi żadnej odpowiedzialności za przekład. Żadna część niniejszej książki nie może być reprodukowana w żaden sposób bez wcześniejszej zgody na piśmie od oryginalnego właściciela praw autorskich, John Wiley & Sons Limited.  
ISBN wydania oryginalnego: 978-1-118-91228-7

© for the Polish edition Galaktyka Sp. z o.o., Łódź 2019

90-644 Łódź, ul. Żeligowskiego 35/37  
tel.: +42 639 50 18, tel./fax: +42 639 50 17  
e-mail: [weterynaria@galaktyka.com.pl](mailto:weterynaria@galaktyka.com.pl)  
[www.galaktyka.com.pl](http://www.galaktyka.com.pl)

Przekładu z języka angielskiego na podstawie wydania czwartego z 2017 r. dokonali:  
lek. wet. Marta Likus (rozdz. 1, 9, zał. A, B, C, indeks, płyta), lek. wet. Wojciech Borawski (rozdz. 2, 14, 15),  
lek. wet. Łukasz Gątkiewicz (rozdz. 3, 4, 5), lek. wet. Natalia Domańska-Kruppa (rozdz. 6, 16), dr n. wet. Dominika Kubiak-Nowak (rozdz. 7, 8), lek. wet. Łukasz Juźwiak (rozdz. 10, 13), lek. wet. Piotr Łoś (rozdz. 11, 12)  
Redakcja naukowa: prof. dr hab. Roman Aleksiewicz, prof. dr hab. Zdzisław Kiełbowicz, dr n. wet. Renata Komsta  
Redakcja językowa: Aneta Wiczorek, Jadwiga Jęcz  
Redakcja techniczna: Renata Kozłowska  
Korekta: Karolina Kozera, Emilia Michałak, Monika Ulatowska  
Projekt okładki: Master  
Skład: Garamond  
Druk: OZGraf S.A.  
Koordynacja projektu: Marta Sobczak-Proga, Renata Kozłowska  
ISBN: 978-83-7579-751-0

Na okładce wykorzystano ryciny: 1.19a, 1.23, 3.32b, 3.36b, 3.61b, 4.17, 5.13, 5.16

Uwaga:

Medycyna jest gałęzią nauki cechującą się stałym rozwojem wiedzy. Badania naukowe i trwały postęp w klinicznych metodach postępowania wywierają także wpływ na farmakoterapię. Autorzy niniejszego dzieła starali się przedstawić dokładne informacje i wskazówki dotyczące dawkowania różnych leków przy odpowiednim zastosowaniu oraz w zgodzie z aktualnym stanem wiedzy. Te wskazówki dawkowania są zgodne ze standardowymi przepisami i wskazaniami producentów. Mimo to, ani autorzy, ani wydawnictwo nie mogą gwarantować prawidłowości dawkowania. Lekarzom praktykującym zaleca się, aby w każdym przypadku stosowania leków uwzględniali informacje producenta odnośnie do dawkowania i przeciwwskazań.

Podanie w niniejszej książce nazw użytkowych, nazw handlowych, oznakowań towarów itp. nie uprawnia do przypuszczeń, że takie nazwy można uznać za wolne w sensie ustawodawstwa o znakach fabrycznych i o ochronie prawnej znaków fabrycznych, czyli takie, których każdy może dowolnie używać. Niniejsze dzieło jest chronione prawem autorskim. Ugruntowane w ten sposób prawa, zwłaszcza prawo wykonywania przekładów, przedruków, wygłaszania wykładów i odczytów, wykorzystywania fotografii i tabel, przesyłania drogą radiową, mikrofilmowania lub powielania innymi sposobami oraz gromadzenia i magazynowania w zakładach przetwarzania danych, są zastrzeżone, z uwzględnieniem także wykorzystywania w postaci streszczenia. Powielanie niniejszego dzieła lub jego części jest, nawet w pojedynczym przypadku, dozwolone jedynie w granicach prawnych postanowień ustawy obejmującej prawo autorskie. Wykroczenia podlegają postanowieniom karnym wynikającym z ustawy o prawie autorskim.

# Spis treści

O AUTORACH	vii
PRZEDMOWA DO WYDANIA CZWARTEGO ORYGINALNEGO	ix
<b>1 ZASADY OGÓLNE</b>	<b>1</b>
Wprowadzenie 1; Zasady wykonania badania radiologicznego 3; Zasady interpretacji radiograficznej: radiologia 15; Radiologiczny wygląd fizjologicznych zmian i niektóre częste zmiany patologiczne 19	
<b>2 RADIOGRAFIA KOMPUTEROWA I CYFROWA</b>	<b>39</b>
<b>3 KOPYTO</b>	
Człon palcowy dalszy (kość kopytowa) 55; Kopyto 98; Trzeszczka kopytowa 115	55
<b>4 CZŁONY PALCOWE BLIŻSZY I ŚRODKOWY ORAZ STAW MIĘDZYPALICZKOWY BLIŻSZY</b>	<b>151</b>
<b>5 STAWY ŚRÓDRĘCZNO-PALCOWY I ŚRÓDSTOPOWO-PALCOWY (STAWY PĘCINOWE)</b>	<b>177</b>
<b>6 OKOLICA ŚRÓDRĘCZA I ŚRÓDSTOPIA</b>	<b>217</b>
<b>7 NADGARSTEK I PRZEDRAMIĘ</b>	<b>261</b>
<b>8 RAMIĘ, KOŚĆ RAMIENNA, KOŚĆ ŁOKCIOWA I KOŚĆ PROMIENIOWA</b>	<b>305</b>
Staw ramienny i kość ramienna 305; Staw ramiennie-promieniowy, ramiennie-łokciowy, promieniowo-łokciowy (łokieć) i kość promieniowa 335	
<b>9 STĘP</b>	<b>355</b>
<b>10 KOLANO I PISZCZEL</b>	<b>405</b>
Kolano 405; Piszczel 447	
<b>11 GŁOWA</b>	<b>455</b>
Czaszka 458; Zatoki przynosowe (czołowa, szczękowa, małżowinowa) oraz szczęka 471; Zęby i żuchwa 485; Gardło, krtań i zachyłek trąbki słuchowej 515	

<b>12</b>	<b>KRĘGOSŁUP</b>	<b>537</b>
	Kręgi szyjne 537; Kręgi piersiowo-lędźwiowe 573; Kość krzyżowa i kręgi ogonowe 609	
<b>13</b>	<b>MIEDNICA I UDO</b>	<b>615</b>
	Miednica 615; Kość udowa 640	
<b>14</b>	<b>KLATKA PIERSIOWA</b>	<b>645</b>
<b>15</b>	<b>UKŁAD POKARMOWY I UKŁAD MOCZOWY</b>	<b>693</b>
	Przełyk 700; Jama brzuszna i przewód pokarmowy 711; Układ moczowy 721	
<b>16</b>	<b>RÓŻNE TECHNIKI</b>	<b>729</b>
	Artrografia i bursografia 729; Tenografia 731; Angiografia 732; Wenografia 737; Mielografia 739; Pneumocystografia 750; Dożylna pielografia 751; Inne techniki 751	
	Załącznik A: CZAS ZAMKNIĘCIA CHRZĄSTEK WZROSTOWYCH I SZWÓW KOSTNYCH	755
	Załącznik B: PARAMETRY EKSPOZYCJI, JAKOŚĆ OBRAZU I BŁĘDY W OBRÓBCE BŁONY RENTGENOWSKIEJ	759
	Załącznik C: SŁOWNICZEK	769
	INDEKS	775

# O autorach

## **Janet A. Butler**

Specjalista z zakresu radiografii koni, z 40-letnim doświadczeniem. W 1975 r. dołączyła do Animal Health Trust, gdzie zdobyła dużą wiedzę podczas pracy z lekarzami weterynarii znanymi na całym świecie. Od 1997 r. pracuje w prywatnej praktyce – w Willesley Equine Clinic w Gloucestershire, która od 2009 r. jest częścią B&W Equine Group.

## **Christopher M. Colles**

W 1971 r. ukończył Royal Veterinary College w Londynie. Po trzech latach pracy (i uzyskaniu dyplomu z zakresu radiologii) wstąpił do Animal Health Trust. W 1981 r. uzyskał doktorat z zakresu syndromu trzeszczkowego u koni. W czasie pracy naukowej prowadził badania z dziedziny ortopedii i radiologii koni, a także interesował się zagadnieniami związanymi z budową i chorobami kopyt. W 1988 r. powrócił do praktyki prywatnej – w Avonvale Veterinary Practice, która specjalizuje się w ortopedii koni. Od niedawna Chris jest na emeryturze, wciąż jednak pracuje naukowo i zajmuje się kształceniem młodych lekarzy weterynarii. Został uznany przez Royal College of Veterinary Surgeons za specjalistę w zakresie chirurgii ortopedycznej koni. W 2000 r. otrzymał honorowe stypendium The Worshipful Company of Farriers w uznaniu jego zaangażowania w rozwój wiedzy na temat kopyta końskiego i edukację osób świadczących usługi z zakresu kowalstwa i podkuwania koni.

## **Sue J. Dyson**

Po ukończeniu University of Cambridge w 1980 r., pracowała w New Bolton Centre, a później w prywatnej praktyce w Pensylwanii. Następnie dołączyła do zespołu Centre for Equine Studies of the Animal Health Trust w Newmarket, gdzie wyspecjalizowała się w rozpoznawaniu kulawizny i zastosowaniu metod obrazowania diagnostycznego. Sue jest znanym na całym świecie specjalistą z zakresu ortopedii koni (posiada dyplom RCVS w dziedzinie ortopedii koni). Współpracuje z Associate of the European College of Veterinary Diagnostic Imaging. Opublikowała wiele artykułów na temat kulawizny, radiografii, ultrasonografii, scyntygrafii i zastosowania rezonansu magnetycznego u koni.

## **Svend E. Kold**

Svend ukończył Royal Veterinary and Agricultural University w Kopenhadze w 1979 r. Po studiach przez 10 lat pracował w Animal Health Trust w Newmarket. W czasie pracy uzyskał również tytuł doktora nauk weterynaryjnych, pisząc pracę o torbielach kości. W 1991 r. dołączył do zespołu Wille-

sley Equine Clinic w Gloucestershire, gdzie pracował do 2009 r. Obecnie jest prywatnym konsultantem. Interesuje się zagadnieniami z zakresu kulawizn, ich diagnostyki i chirurgii. Jest światowej sławy specjalistą z zakresu chirurgii ortopedycznej Royal College of Veterinary Surgeons. Pełni również funkcję konsultanta weterynaryjnego w jednej z europejskich firm ubezpieczających konie. Angażuje się jako ekspert w wiele spraw dotyczących koni, zarówno w Wielkiej Brytanii, jak i w całej Europie. Publikuje regularnie w pismach specjalistycznych.

#### **Paul W. Poulos**

Po ukończeniu University of California w Davis w 1960 r., założył prywatną praktykę. W 1972 r. powrócił na uniwersytet, aby uzyskać dyplom z zakresu radiologii weterynaryjnej. Następnie przeniósł się do Royal Veterinary College of Sztokholm w Szwecji, gdzie w 1977 r. uzyskał tytuł doktora medycyny weterynaryjnej za pracę na temat osteochondrozy. Był profesorem nadzwyczajnym radiologii na University of Utrecht, a po powrocie do USA również na University of Florida. Od 1983 r. kierował Katedrą Radiologii na tym uniwersytecie. W 1990 r. zrezygnował z pracy na uczelni i założył własną praktykę – Poulos Veterinary Imaging z siedzibą w Ukiah w Kalifornii. Opublikował wiele artykułów i książek z zakresu osteochondrozy, choroby trzuszczkowej i chorób płodu. Obecnie jest na emeryturze i nie przyczynił się do powstania czwartej edycji oryginalnej niniejszej książki.

#### **Sarah Puchalski**

Po ukończeniu w 1999 r. University of Saskatchewan, Sarah przez dwa lata pracowała w New Bolton Centre na University of Pennsylvania. W 2001 r. przeniosła się na University of Davis w Kalifornii, gdzie ukończyła specjalizację z zakresu diagnostyki obrazowej. W 2004 r. uzyskała tytuł Diplomate of the American College of Veterinary Radiology. Po 12 latach kariery naukowej rozpoczęła również pracę w prywatnej praktyce w Kalifornii. Opublikowała wiele artykułów z zakresu obrazowania diagnostycznego.



# Zasady ogólne

## Wprowadzenie

Istnieje wiele książek opisujących zasady radiografii. Publikacja ta nie zawiera szczegółowych informacji w tym obszarze. Czytelnicy, którzy nie mają praktycznych wiadomości na temat radiografii, powinni zaczerpnąć wiedzy o zasadach fizycznych radiologii z innych źródeł. Książka ta ma na celu dostarczenie aktualnych informacji na temat diagnostyki radiologicznej schorzeń koni. Wraz ze wzrostem popularności różnych form jeździectwa zwiększyło się zapotrzebowanie na wyższej jakości leczenie koni przez lekarzy weterynarii. Rozwinęła się także diagnostyka radiologiczna konia chorego i zdrowego, wykorzystywana do celów ubezpieczeniowych czy kupna-sprzedazy zwierzęcia. Niniejsza publikacja jest przeznaczona dla wszystkich, którzy wykonują badanie radiologiczne koni i sporządzają opis radiogramów: zarówno specjaliści chorób koni, lekarza ogólnego, jak i studenta. Zawiera informacje o wymaganym sprzęcie, technikach radiologicznych i pozycjonowaniu oraz zdjęcia niezbędne do odpowiedniego zbadania różnych części ciała konia. Dostarcza również informacji o prawidłowej anatomii radiograficznej konia, o niedojrzałym i dojrzałym układzie szkieletowym, zmianach oraz przypadkowych odkryciach. Wreszcie podaje informacje na temat rodzajów zmian, które mogą być wykryte, przykłady problemów występujących na tyle często, iż są istotne w praktyce, a w razie potrzeby również krótkie uwagi kliniczne. *Lektura uzupełniająca* na końcu każdego rozdziału nie jest w zamysle kompletną listą wszystkich prac dotyczących poruszanych w nim zagadnień. Znajdują się tam odniesienia, które autorzy uważają za szczególnie interesujące oraz uzupełniające tekst. Wiele z tych pozycji podaje bardziej szczegółowe informacje, niż jest to uzasadnione w podręcznikach tego typu.

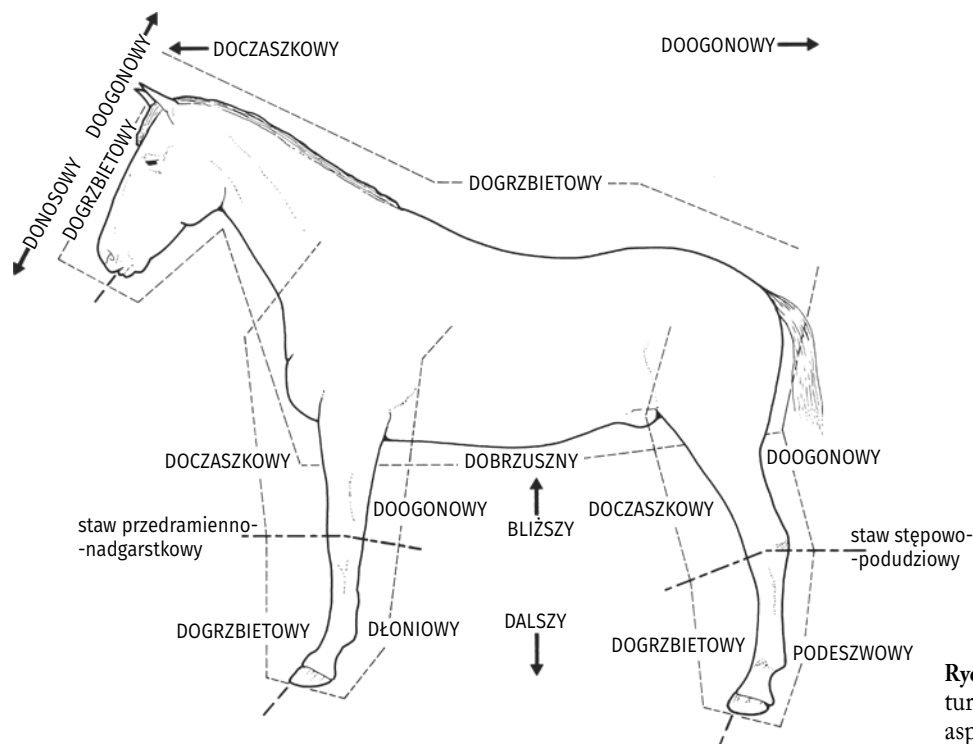
Interpretacja znaczenia klinicznego zmian radiologicznych jest zawsze trudna. Postanowiliśmy wskazać pewne zmiany, które zawsze można uznać jako istotne klinicznie, oraz takie, o których wiadomo, że nie mają znaczenia klinicznego. W każdym rozdziale znajduje się podrozdział *Odstępstwa od normy i przypadkowe ustalenia* – stanowi on próbę odróżnienia zmian, które nie mają klinicznego znaczenia w dowolnym czasie (np. linie przenikalne dla promieni rentgenowskich w kości strzałkowej, reprezentujące pozostałości oddzielnych centrów kostnienia), od tych, które mogą być klinicznie istotne przez konkretny, lecz ograniczony czas, a zatem wymagają dalszego badania klinicznego w celu określenia ich znaczenia (np. tworzenie entezofitów). Radiogram jest tylko odbiciem stanu tkanek przez ułamek sekundy, w której zostały poddane badaniu radiologicznemu. Wiele ustaleń to „ślady”

po wydarzeniach z przeszłości, które nie mają znaczenia klinicznego. Na przykład tworzenie się entezofitów w przyczepie więzadła może wskazywać na jego zerwanie w przeszłości. Entezofity potrzebują czasu, aby się uformować, dlatego gdy tylko będą widoczne na radiogramach, nie pokazują już ostrego uszkodzenia, ale są wynikiem zdarzenia, które miało miejsce co najmniej kilka tygodni wcześniej; z drugiej strony ich wygląd radiograficzny może służyć do określenia w przybliżeniu ich wieku.

Radiografia jest stale rozwijającą się nauką, zaawansowany, ciągle unowocześniany sprzęt staje się coraz bardziej dostępny, a możliwości diagnostyczne lekarzy weterynarii są coraz większe. Mamy nadzieję, że książka ta pozwoli lekarzom weterynarii na wykorzystanie ich sprzętu do uzyskania diagnostycznych radiogramów oraz na postawienie poprawnej i znaczącej diagnozy na ich podstawie. Informacje w tekście pochodzą, o ile to możliwe, z literatury i są uzupełnione doświadczeniem autorów. W niektórych obszarach nie ma jednak opublikowanych prac albo opublikowane informacje są sprzeczne. W tych przypadkach polegaliśmy na własnym zbiorowym doświadczeniu, ale zamieściliśmy tylko te informacje, co do których wszyscy byliśmy zgodni. (Na przykład czasy zamknięcia się niektórych chrząstek wzrostowych różnią się znacząco w wielu pracach. Podane czasy oparte są na doświadczeniach autorów dotyczących radiologicznego zamknięcia się chrząstek, w niektórych przypadkach popartych badaniami radiologicznymi zwierząt specjalnie dla potrzeb tej książki). Jesteśmy doświadczonymi klinicystami, którzy rutynowo wykonują i opisują zdjęcia rentgenowskie koni. Mamy nadzieję, że szeroki zakres wiedzy, którą oferujemy czytelnikowi, będzie miał praktyczną wartość. Ważne, aby pamiętać, że radiografia jest rozwijającą się nauką; „nowe” zmiany w radiogramach są ciągle odkrywane i opisywane, a żaden tekst w chwili publikacji nie będzie kompletny, ponieważ czas upływa.

W tekście wykorzystano obecną terminologię. Terminy anatomiczne oraz nazwy są zgodne z *Nomina Anatomica Veterinaria* (wyd. 5., 2005). W niektórych przypadkach odnosimy się najpierw do poprawnej nomenklatury, ale później także do powszechnie używanych nazw potocznych (np. trzyczka członu palcowego dalszego i trzyczka kopytowa). Należy zauważyć, że kości długie mają część korową i jamę szpikową (szpik); kości trzyczkowe i kości krótkie (np. kości stępu ośrodkowa III) mają część kostną zbitą i chrzęstną. Radiogramy są opisane według metody zalecanej przez American College of Veterinary Radiologists, czyli najpierw podajemy, skąd wiązka promieniowania rentgenowskiego pochodzi względem konia (np. grzbietowo-boczna); następnie, gdzie wiązka jest skierowana (np. dłoniowo-przyśrodkowa) (tzn. w projekcji skośnej grzbietowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowej). Rycina 1.1 może pomóc w wyjaśnieniu obecnej terminologii. Choć na pierwszy rzut oka może się wydawać to uciążliwe, jednak pozwala na szczegółowy opis zdjęć. Potoczna terminologia znajduje się w nawiasach i służy jedynie zapewnieniu spójności z innymi tekstami i odniesieniami. Załączono także słowniczek (załącznik C) oraz listę poprzednich i aktualnych terminów naukowych, jak również powszechnych pojęć.

Postanowiliśmy nie zamieszczać radiogramów do każdej odmiany zmian chorobowych. Zamiast tego podajemy typowe przykłady uszkodzeń, a w tekście wskazujemy, jak mogą się one różnić. Mamy również nadzieję, że tekst w podstawowym zakresie pomoże zrozumieć czytelnikowi przyczyny powstania określonych rodzajów zmian radiologicznych i procesy, które je powodują, więc zbędna byłaby prezentacja wszystkich zmian radiograficznych. Chociaż dołożyliśmy wszelkich starań, aby znaleźć zdjęcia



Ryc. 1.1. Właściwa nomenklatura do opisanego różnych aspektów konia

rentgenowskie, które dobrze się reprodukcją, prosimy czytelnika, aby pamiętać, że niektóre szczegóły są tracone podczas drukowania radiogramów. Wszystkie zdjęcia można przeglądać na stronie internetowej, znajdują się tam również dodatkowe zdjęcia, których nie ma w wersji drukowanej.

## Zasady wykonania badania radiologicznego

Poniższy tekst to jedynie ponowne wprowadzenie do tematów tworzenia i zróżnicowania obrazu. Aby uzyskać więcej szczegółowych informacji, czytelnik powinien sięgnąć po podstawowe publikacje na temat radiografii. Ważne, aby każdy aparat rentgenowski miał najwyższą jakość i pozwolił zobrazować wystarczająco dużo szczegółów, by wykryć nawet subtelne zmiany radiologiczne.

## Wytwarzanie promieni rentgenowskich

Promieniowanie rentgenowskie składa się z wysokoenergetycznego promieniowania elektromagnetycznego. Wzbudzenie strumienia elektronów w tarczy wolframowej skutkuje powstaniem promienia rentgenowskiego oraz wyzwoleniem znacznej ilości energii w postaci ciepła. Mała tarcza wytwarza węższą wiązkę promieni rentgenowskich oraz zapewnia lepszą ostrość uzyskanego radiogramu niż większa tarcza. Miejsce na tarczy, w które uderzają elektrony, nazywane jest „ogniskiem”. Dziewięćdziesiąt dziewięć procent energii z wiązki elektronów to nie promieniowanie rentgenowskie, lecz ciepło, dlatego istnieje ryzyko stopienia się tarczy. Podczas projektowania lampy rentgenowskiej zwraca się więc szczególną uwagę na rozproszenie tego ciepła i utrzymanie tak małej tarczy, jak to możliwe. W przypadku generatorów dużej mocy tarcza ma kształt dysku. Obracający się z dużymi prędkościami dysk umożliwia podczas produkcji promieniowania X ciągłą zmianę obszaru

ogrzewanego, pozwalając na małą ogniskową mimo wysokiej mocy. Jest to standard w dużych stacjonarnych aparatach rentgenowskich. Mniejsze aparaty przenośne mają na ogół stałą tarczę, co ogranicza wydajność. Każda wiązka promieniowania rentgenowskiego składa się z fotonów o mieszanej długości fal. Starsze pół- i pełnofalowe aparaty rentgenowskie powodowały bardzo istotne zmiany w energii pojedynczego fotonu w wiązce promieniowania rentgenowskiego. Obecnie dostępne generatory prądu o wysokiej częstotliwości znacznie poprawiły twardość wytwarzanej wiązki promieniowania rentgenowskiego, powodując mniej rozproszeń i zapewniając lepszy obraz.

## Powstanie obrazu radiograficznego

Obraz powstaje dzięki wykrywaniu zróżnicowanego pochłaniania promieni rentgenowskich, które przechodzą przez obiekt umieszczony na ścieżce pierwotnej wiązki promieniowania rentgenowskiego. Promienie rentgenowskie, które przechodzą przez obiekt, są wykrywane za pomocą konwencjonalnych klisz rentgenowskich lub są tworzone jako obrazy cyfrowe (patrz rozdz. 2). Ilość promieniowania X pochłoniętego przez daną grubość tkanki zależy od jej rodzaju tkanki, co wpływa na liczbę promieni rentgenowskich, które przejdą i stworzą obraz. Na przykład trudniej jest przeniknąć promieniom X przez kości niż powietrze, a zatem mniej promieni X dociera do kliszy, jeśli muszą penetrować kości, a nie powietrze. Obszary obrazu odnoszącego się do stosunkowo niezakłóconego promieniowania rentgenowskiego są czarne, podczas gdy obszary z kośćmi, które pochłaniają lub załamują część promieni rentgenowskich, są jaśniejsze lub białe. Gęstości pośrednie tkanek wytwarzają zmienne odcienie szarości. Tłuszcz jest najmniej gęstą tkanką i daje stosunkowo czarne odcienie, mięśnie i kości natomiast dają coraz jaśniejsze odcienie. Zestawienie tkanek o różnych gęstościach pozwala rozróżnić kształt i strukturę.

## Czynniki ekspozycji

Czynniki ekspozycji wpływają na zaczernienie i kontrast obrazu rentgenowskiego. Liczba fotonów (promieni rentgenowskich) docierających do kliszy (lub czujnika cyfrowego) wpływa na zaczernienie. Jest to głównie kontrolowane przez miliampery (mA). Więcej mA skutkuje większą liczbą fotonów wytwarzanych w wiązce promieniowania rentgenowskiego. Wydłużając czas, w którym wytwarzana jest wiązka, całkowita liczba fotonów wzrasta proporcjonalnie, tj. podwojony czas podwaja liczbę fotonów docierających do kliszy. Zwykle zapisywane jest to dla dowolnej ekspozycji jako mAs, tj. mA razy czas (miliamperosekunda).

Głównym czynnikiem wpływającym na liczbę fotonów docierających do kliszy jest odległość błony od ogniska. To tzw. ogniskowa. Liczba fotonów, które docierają do błony, zmniejsza się wraz z kwadratem odległości, ponieważ wiązka promieniowania rentgenowskiego rozprzestrzenia się, aby objąć dwuwymiarowy obszar. Oznacza to, że nieznaczna zmiana odległości ma wpływ na zaczernienie, jednak nie ma tak dużego wpływu na kontrast, ponieważ wszystkie obszary w podobny sposób doświadczają spadku liczby fotonów.

Kilowolty (kV) regulują energię promieni rentgenowskich i ich zdolność przenikania przez tkankę. Im wyższe kV, tym większa energia promieniowania rentgenowskiego i tym większa ich zdolność do penetrowania tkanek. Ma to pewien wpływ na zaczernienia, ale co ważniejsze, oddziałuje na kontrast.

Tkanki miękkie, takie jak tłuszcz lub mięśnie, pochłaniają ograniczoną liczbę promieni X, nawet przy niskim kV. Kość jednak pochłania dużo więcej promieni rentgenowskich przy niskiej wartości kV niż przy wysokiej, jest więc stosunkowo duża różnica w liczbie promieni rentgenowskich przechodzących przez tkanki miękkie w porównaniu z tkanką kostną przy użyciu niskiej wartości kV, dającej stosunkowo wysoki kontrast. Zwiększenie kV pozwala przeniknąć względnie większej ilości promieni rentgenowskich przez kość, a więc wpływa zarówno na zaczernienie, jak i kontrast. Niskie kV daje obraz o wysokim kontraście, ale ma małą tolerancję ekspozycji; dlatego wartości ekspozycji są krytyczne, jeśli chodzi o uzyskanie diagnostycznego obrazu. Wysoki współczynnik kV powoduje niski kontrast, ale ma szerszą tolerancję ekspozycji, a dokładny poziom ekspozycji jest mniej krytyczny. W radiografii cyfrowej może to być trudniejsze do oszacowania, ponieważ podczas przetwarzania obrazu zastosowane algorytmy mogą zastąpić ustawiane wartości kV i mA.

Aby uzyskać rentgen z takim samym zaczernieniem jak oryginał, ale o zmniejszonym kontraście, należy zmniejszyć o połowę mAs i zwiększyć kV o 15% (w przybliżeniu 10 kV). Odwrotnie, by zwiększyć poziomy kontrastu i uzyskać takie samo zaczernienie, trzeba podwoić mAs i zmniejszyć kV o 15. Zwykle, żeby szczegóły w kościach były widoczne, kV powinno być mniejsze niż 70. Atenuacja wiązki promieniowania rentgenowskiego jest silnie uzależniona od liczby atomowej tkanek; pożądane jest, aby dominowała absorpcja fotoelektryczna. Zwiększenie kV skutkuje również większym rozpraszaniem (patrz *Kratki przeciwrozproszeniowe* dalej).

## Błony rentgenowskie i ekrany wzmacniające

Chociaż w wielu krajach konwencjonalna błona rentgenowska została w dużej mierze zastąpiona płytami obrazowymi, jest ona nadal w użyciu i dlatego zasługuje na omówienie. Nie podajemy szczegółowych wiadomości o budowie błony i ekranów wzmacniających obraz ani o chemii, gdyż łatwo je znaleźć w innych podręcznikach. Zasada jest jednak ważna dla zrozumienia radiografii. Ujmując to prosto: błona składa się z arkusza octanu celulozy pokrytego światłoczułą (lub rentgenoczułą) emulsją (warstwa złożona z kryształów halogenku srebra). Gdy kryształy te są poddawane działaniu promieni rentgenowskich (lub światła), ulegają częściowej redukcji chemicznej i tworzy się ukryty obraz. Zanurzenie w wywoływaczach kończy reakcję chemiczną redukcji. Następnie po zanurzeniu w utrwalaczu zredukowane kryształy stają się nierozpuszczalne i pozostają na błonie, a nienaświetlone kryształy rozpuszczają się, pozostawiając widoczny obraz. Aby stworzyć system bardziej czuły, zwykle błonę umieszcza się w kasecie pomiędzy ekranami wzmacniającymi. Te zaś pobudzane są przez promienie Roentgena, a ponieważ błona jest znacznie wrażliwsza na światło niż na promieniowanie rentgenowskie, obraz może być produkowany ze zredukowaną ekspozycją promieni RTG.

Ważną zmienną jest rodzaj używanej błony i kompatybilność ekranów wzmacniających. Istotne, aby dopasować spektrum widma ekranu do czułości widmowej błony (patrz załącznik B). Dostępna jest duża liczba kombinacji błona-ekran, ale znajduje się to poza zakresem tej książki. Klinicysta powinien polegać na specjalistcie z zakresu radiologii weterynaryjnej lub dobrze poinformowanym sprzedawcy, podejmując decyzję, która kombinacja ekran-błona najlepiej pasuje do aparatu rentgenowskiego i praktyki. Mimo to w załączniku B zamieściliśmy pewne wytyczne. W przypadku wysoko wydajnego aparatu

rentgenowskiego (100 kV, 100 mA) warto inwestować w ekrany o wysokiej rozdzielczości z pojedynczą emulsją i stosunkowo wolną błoną do pracy z dystalnymi częściami kończyn. Daje to doskonale uwidocznienie szczegółów, ale nie pasuje do maszyn o niskiej wydajności, ponieważ długie czasy ekspozycji powodują utratę ostrości poprzez rozmycie przez ruch. Ekran z pierwiastkami ziem rzadkich są niezbędne do uzyskania obrazów o wysokiej jakości okolic nadgarstka i stępu. Stare ekrany przypominają stare konie, zbierają błizny i z upływem czasu tracą wydajność, dlatego należy je regularnie wymieniać. Ważne jest również, aby ekrany były systematycznie czyszczone, by zapobiec gromadzeniu się kurzu i obcego materiału w kasecie, co może skutkować białymi plamami i liniami na obrobionych błonach.

### **Obróbka błony**

Dobra praktyka w ciemni jest istotna dla uzyskania ostatecznej jakości radiogramu, ale często się ją pomija. Prawidłowa obróbka, czy to ręczna, czy automatyczna, odgrywa ważną rolę. Standardowe procedury w ciemni nie będą omawiane w tej książce, ponieważ są opisane w każdej podstawowej publikacji radiologicznej. Zdarzają się jednak błędy w obróbce, często powodujące artefakty na błonie (patrz załącznik B) i tym samym mające wpływ na interpretację obrazu. Poniżej znajduje się krótki przegląd podstawowych zasad, które najczęściej wpływają na jakość i interpretację obrazu, zwłaszcza przy obróbce ręcznej.

### **Zamglenie błony**

Najczęstszym problemem w ciemni, czy to z obróbką ręczną, czy automatyczną, jest zamglenie błony spowodowane przez światło wnikające do ciemni lub niewłaściwe oświetlenie w tym pomieszczeniu. Bez względu na to, czy używa się błony niebiesko- czy zielonowrażliwej, nigdy nie należy polegać na czerwonych lub rubinowych żarówkach jako źródle oświetlenia w ciemni. W przypadku błon niebieskowrażliwych trzeba użyć filtra Wratten Series 6B z 7–10-watową żarówką, a w przypadku zielonowrażliwej – filtra Kodak GS1 z 7–10-watową żarówką. Ogólnie rzecz biorąc, Kodak GS1 działa zarówno z niebiesko-, jak i zielonowrażliwą błoną. Lampa ciemniowa powinna znajdować się co najmniej 1 m od miejsca pracy. Mamy do dyspozycji dwie metody sprawdzania błony pod kątem możliwego zamglenia:

1. W ciemni umieścić na blacie arkusz błony, a następnie położyć na niej przedmiot. Włączyć lampę ciemniową i poczekać około 30 s. Jest to czas potrzebny do umieszczenia błony w wywoływarce lub na wieszaku. Obrobić błonę jak zawsze. Jeśli ciemnia jest odpowiednio ciemna, a lampa ciemniowa jest właściwa dla błony, będzie ona idealnie przejrzysta. Jeśli filtr jest nieprawidłowy lub światło wnika do ciemni, nastąpi zamglenie błony wokół przedmiotu i zacienienie w miejscu przedmiotu.
2. Zrobić zdjęcie RTG o wartości ekspozycji 1–2 mA i 40–50 kV. Zwiększa to czułość błony. W ciemni umieścić błonę na blacie i pokryć 2/3 błony tekturą. Włączyć lampę ciemniową na 30 s, a następnie umieścić karton na pozostałej 1/3 i kontynuować ekspozycję przez dodatkowe 30 s. Obrobić błonę normalnie oraz porównać obszary zamglawienia, jak opisano powyżej.

### **Obróbka**

Istnieją trzy etapy cyklu obróbki, które wpływają na ostateczną jakość zdjęcia rentgenowskiego:



- wywoływacz – przetwarza naświetlone ziarna halogenku srebra do srebra metalicznego;
- utrwalacz – przekształca nienaświetlone, niewywołane halogenki srebra w formę, którą można usunąć z emulsji i wyczyścić błonę;
- płukanie – usuwa pozostałości substancji chemicznych z emulsji na błonie. Ważnymi czynnikami są temperatura i rozcieńczenie substancji chemicznych oraz czas, w którym błona jest w wywoływaczu i utrwalaczu.

## Obróbka manualna

1. Przygotować odczynniki do właściwego rozcieńczenia roboczego i mieszać do uzyskania odpowiedniego rozmieszania. Temperatura ma bardzo duży wpływ na czas obróbki. Odchylenie od wytycznych dotyczących czasu i temperatury powoduje, że zdjęcie będzie źle wywołane i utraci szczegóły. Przy optymalnej temperaturze 20°C czas wywoływania powinien wynosić 5 min. Dla innych temperatur trzeba obliczyć odpowiedni czas. Temperaturę roztworów należy sprawdzać po płukaniu wodą przez co najmniej 15 min. W ciemni trzeba utrzymywać stałą temperaturę, aby zapewnić właściwe warunki przechowywania roztworów.
2. Podczas wywoływania, utrwalania i płukania kilkakrotnie potrząsnąć błonę rentgenowską w celu usunięcia wszystkich pęcherzyków powietrza, które przylegają do emulsji. W zależności od tego, w jakim roztworze się znajdują, pęcherzyki powietrza powodują jasne lub ciemne plamy albo okrągłe artefakty na błonie. Należy zachować ostrożność, aby zapobiec dotknięciu błon lub zarysowaniu przez wieszaki podczas mieszania, by uniknąć zadrapań mokrej (napęczniałej) emulsji lub pojawienia się efektu sklejenia. Wada ta występuje, gdy dwie błony przylegają do siebie podczas dowolnej fazy procesu obróbki, w wyniku czego powstaje obszar nieprawidłowego wywołania. Może też wystąpić, gdy dwie błony nakładają się na siebie w automatycznej wywoływance. Gdy wywołuje się kilka zdjęć równocześnie, wszystkie błony należy umieścić na wieszakach przed procesem wywoływania w celu zapewnienia odpowiedniego czasu.
3. Poziom odczynników powinien być odpowiednio wysoki, by pokryć błonę w wieszaku. Niski poziom odczynników powoduje, że części błony są niewywołane, co może skutkować utratą ważnych informacji. Aby uniknąć przeniesienia odczynników, w celu utrzymania siły wywoływacza i utrwalacza płyn powinien spłynąć z błony i wieszaka przed umieszczeniem ich w każdym roztworze, uwaga ta dotyczy także zbiornika do płukania. Utrata właściwości wywoływacza powoduje niedoświetlenie filmu, a utrata właściwości utrwalacza – żółknięcie z wiekiem. Wywoływacz należy uzupełniać po każdej obróbce, aby utrzymać jego właściwą siłę roboczą.
4. Wywoływacz powinien być regularnie wymieniany, ponieważ nieużywany niszczeje. Nieprzykryty, utlenia się. W obu przypadkach skutkuje to źle wywołanym zdjęciem.
5. Jeśli konieczne jest oglądanie mokrej błony, trzeba poczekać, aż zakończy się utrwalanie. Następnie trzeba szybko ją spłukać i dopiero obejrzeć. Należy pamiętać, że mokre błony mają napęczniałe emulsje i szczegóły są tracone, dopóki folia nie wyschnie i kryształy halogenku nie połączą się w końcowy obraz!
6. Ostateczne płukanie jest ważną częścią cyklu obróbki. Pozwala na usunięcie pozostałości odczynników chemicznych z emulsji. Zapobiega to przebarwieniom i bladnięciu obrazu.

## Obróbka automatyczna

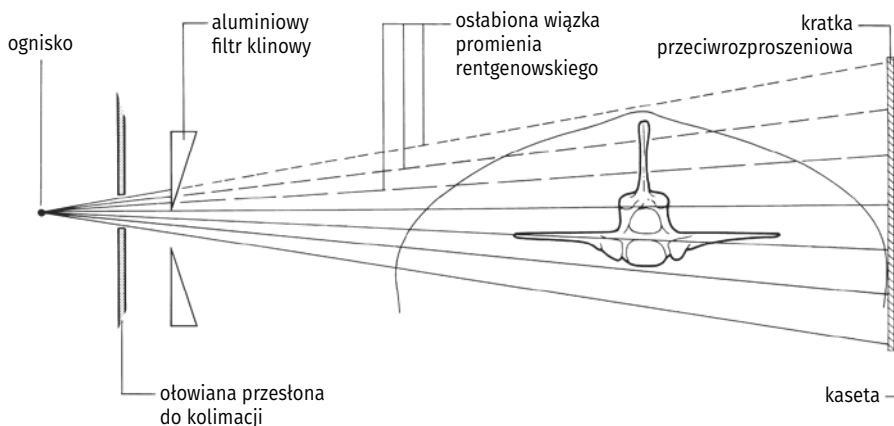
Zalety automatycznej obróbki w porównaniu z ręcznym przetwarzaniem są znaczne. Istnieje absolutna regularność w obróbce, która umożliwia konsekwentne oszacowanie wartości ekspozycji, co powoduje wyraźną poprawę jakości zdjęć. Metoda ta przynosi też korzyści ekonomiczne i jest szybsza. W automatycznej obróbce suchą błonę można odczytać w ciągu 60–90 s, a podczas obróbki ręcznej po około godzinie. Zarówno ręczna, jak i automatyczna obróbka wymagają odpowiedniego utrzymania i konserwacji sprzętu w celu zapewnienia zdjęć o jakości diagnostycznej. Regularna konserwacja wywoływarki jest ważna, tak jak upewnienie się, że odczynniki są świeże i odpowiednio uzupełniane. Najczęstsze problemy z automatyczną obróbką pojawiają się wtedy, gdy sprzęt nie jest odpowiednio utrzymany.

## Praktyka radiograficzna

W kilku częściach poniższego tekstu wspominamy o aluminiowym filtrze klinowym (ryc. 1.2). Umieszczony jest on bezpośrednio przed lampą rentgenowską i pochłania pewną część promieniowania rentgenowskiego. Pozwala on na zredukowanie natężenia promieniowania X w określonych obszarach. Ma to szczególną wartość, gdy prześwietlamy części konia, które wykazują wyraźną zmianę grubości w tkankach miękkich z jednej strony błony na drugą (np. kręgosłup piersiowo-lędźwiowy lub staw kolanowy), ale ma mniejszą wartość, gdy jest używany z systemami cyfrowymi.

## Wykres ekspozycji

Korzystne jest zapisywanie ustawień ekspozycji używanych dla każdego zdjęcia oraz tworzenie stopniowo wykresu ekspozycji. Powinien obejmować zapis rozmiaru i wieku konia, obszar prześwietlenia oraz warunki ekspozycji oraz zastosowanie kombinacji błona-kaseta lub płyta obrazująca. To pozwala uzyskiwać lepsze i bardziej spójne radiogramy, a także stanowi podstawę do oszacowania wymaganych warunków ekspozycji dla zwierząt różnej wielkości i wieku. Ważne, aby utrzymać stałą ogniskową podczas tworzenia tego wykresu. Zmniejszenie ogniskowej zwiększa ilość promieniowania, które dociera do kasety przez kwadrat zmiany odległości (wymaga to zmniejszenia warunków ekspozycji). Wzrost odległości ma odwrotny skutek. Zasadniczo w badaniu radiologicznym u koni stosuje się ogniskową 75–100 cm. Pojedyncza błona rentgenowska jest



Ryc. 1.2. Zastosowanie aluminiowego filtra klinowego znajdującego się pomiędzy kolimatorem maszyny rentgenowskiej a obiektem, który ma być prześwietlany. Górna część filtra umieszczona w wiązce promieniowania rentgenowskiego zmniejsza ekspozycję na górną część promieniowania



szczególnie wrażliwa na zmiany dawki promieniowania; nieznaczne zmiany w ogniskowej mogą zatem mieć stosunkowo duży wpływ na zdjęcie.

### **Kratki przeciwrozproszeniowe**

Większość promieniowania podczas ekspozycji przechodzi przez przedmiot i nasświetla błonę lub jest absorbowana przez tkanki. Istnieje jednak pewne promieniowanie odchylone (zwane rozproszonym), a to skutkuje niskim nasświetleniem tła całej błony, powodując zmniejszenie kontrastu zdjęcia. Dobra kolimacja pierwotnej wiązki zmniejsza ilość rozproszenia przy prześwietleniu (ryc. 2w.1a–c). Efekt rozproszenia można zmniejszyć, umieszczając kratkę przed kasetą, aby wchłonęła promieniowanie rozproszone. Kratki zwykle są potrzebne, gdy grubość prześwietlanego obszaru przekracza 11 cm. Zatem końskie kończyny poniżej nadgarstka i stępu zazwyczaj nie wymagają użycia kratki, podobnie nie jest na ogół konieczna do oceny tkanek miękkich, a wręcz jej użycie może być przeciwwskazane w tym przypadku. Istnieje wiele rodzajów krutek, a porady, jaką zastosować w specyficznej sytuacji, wykraczają poza zakres tej książki. Wadą krutek jest to, że wymagają zwiększenia parametrów ekspozycji i powodują powstawanie na błonach linii, które czasem są niepożądane podczas odczytu radiogramu. Jeśli używana jest kratka zogniskowana, wiązka promieniowania rentgenowskiego musi być prostopadła do kratki, wyśrodkowana na nią i z właściwą ogniskową. Kiedy kratki są potrzebne, jest to odnotowywane w omówieniu projekcji opisanych w poniższym tekście. Te używane w radiografii cyfrowej mogą powodować poważne artefakty. Czytelnik powinien zasięgnąć specjalistycznej porady przed zakupem krutek do zastosowania w systemie cyfrowym.

Alternatywną strategią jest wykorzystanie szczeliny powietrznej między koniem a kasetą zamiast kratki przeciwrozproszeniowej. Może to być pomocne w obszarach otoczonych dużą masą mięśniową, np. na grzbiecie lub w miednicy, ale spowoduje większe powiększenie obszaru prześwietlanego.

### **Przygotowanie i pozycjonowanie**

Przygotowanie pacjenta jest niezbędne, aby otrzymać dobre zdjęcie rentgenowskie. Cicha i ostrożna obsługa zmniejsza niepokój zwierzęcia, często korzystna jest też sedacja. Klapki na oczy konia mogą sprawić, że będzie on mniej nerwowy. Zatyczki do uszu lub muzyka w tle mogą sprawić, że koń będzie mniej świadomy hałasu z aparatu rentgenowskiego. Obszary, które mają być poddane badaniu radiologicznemu, należy oczyścić z błota pokrywającego sierść, ponieważ może ono powodować artefakty. Do zdjęć rentgenowskich kopyt podkowy muszą zostać zdjęte, a kopyta przycięte, aby usunąć luźny róg i brud.

Ważne, aby prawidłowo ustawić konia przed zrobieniem zdjęcia rentgenowskiego. Niewielkie odchylenie w pozycji kończyn może spowodować, że zdjęcie będzie słabej jakości, i dawać informacje wprowadzające w błąd, co utrudni interpretację radiogramu (ryc. 1.3). W dobrze pozycjonowanym radiogramie promień rentgenowski jest prostopadły do kasety, co minimalizuje zniekształcenie obrazu.

### **Pozyskiwanie dodatkowych obrazów**

O ile jest to możliwe, należy ocenić wszystkie uzyskane obrazy przed zakończeniem badania. Zdjęcia powinny zostać sprawdzone pod kątem prawidłowego pozycjonowania i ekspozycji, obecności artefaktów i identyfikacji jednej lub więcej potencjalnych zmian. Nieprawidłowe pozycjonowanie może skutkować



**Ryc. 1.3a.** Projekcja boczno-przyśrodkowa stawu skokowego u 7-letniego konia wyścigowego z obrzękłym stawem stępowo-podudziowym. Radiogram ten nie ma jakości diagnostycznej. Koń stał na podstawie podczas wykonywania zdjęcia i w wyniku tego nie jest to prawdziwa projekcja boczno-przyśrodkowa. W znacznym stopniu nakładają się na siebie przestrzenie stawowe stawów: skokowo-piętowo-środkowo-czwartego, środkowo-dalszego, stępowo-środstopowych. Bloczki kości skokowej nie są nałożone



**Ryc. 1.3b.** Projekcja boczno-przyśrodkowa stawu skokowego u 7-letniego konia wyścigowego z obrzękłym stawem stępowo-podudziowym. Projekcja jest dobrze pozycjonowana, przestrzenie stawowe stawów: skokowo-piętowo-środkowo-czwartego, środkowo-dalszego, stępowo-środstopowych są jasno odgraniczone. Bloczki kości skokowej nakładają się

tym, że na zdjęciu pojawi się zmiana, której jednak nie będzie widać na zdjęciu, jeśli pozycjonowanie będzie prawidłowe (ryc. 1.4a i 1.4b, ryc. 1w.4c-f; ryc. 3.68b i 3.68c). Dobrym przykładem jest interpretacja bliskości wyrostków kolczystych. Gdy na marginesie zdjęcia mogą pojawić się dwa oddzielone wyrostki kolczyste ze względu na rozbieżne wiązki promieniowania rentgenowskiego, w środku obrazu wyraźnie nachodzą one na siebie (ryc. 1w.5a i 1w.5b). Alternatywnie zmiana może być niewidoczna przy niewłaściwym pozycjonowaniu, ale ujawni się na obrazie prawidłowo pozycjonowanej kończyny (ryc. 1.6a i 1.6b). W razie potrzeby artefakty powstałe z powodu nałożenia się normalnych struktur lub obecności błota na skórze można potwierdzić badaniem konia oraz dodatkowym zdjęciem (ryc. 1.7a, ryc. 1w.7b-e). Uszkodzenie można podejrzewać na podstawie konwencjonalnych obrazów, ale pozyskanie dodatkowych obrazów w dodatkowych projekcjach może zweryfikować jego obecność i/lub dokładniej określić jego położenie (ryc. 1w.8a-e). Idealnie obecność zmiany powinna być zweryfikowana w więcej niż jednej płaszczyźnie.



Ryc. 1.4a. Projektcja doogonowo-doczeszkowa kolana. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Przysrodkowa przestrzeń stawowa stawu udowo-piszczelowego wydaje się znacznie zawężona. Był to wynik niewłaściwego pozycjonowania podczas wykonywania zdjęcia. Kończyna, która ma zostać zbadana, powinna być ustawiona doogonowo w stosunku do przeciwnej kończyny. Porównaj z ryc. 1.4b



Ryc. 1.4b. Projektcja doogonowo-doczeszkowa tego samego kolana co na ryc. 1.4a. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Przysrodkowa przestrzeń stawowa stawu udowo-piszczelowego jest prawidłowa

## Rozwój zmian

Zdjęcia uzyskane w momencie wystąpienia kulawizny mogą wykazywać zaawansowaną zmianę radiologiczną pomimo krótkiego czasu trwania objawów klinicznych (np. zaawansowanego zwyrodnienia stawu środkowo-dalszego) (ryc. 1w.9). Najwyraźniej zmiany radiologiczne rozwinęły się, zanim pojawił się rozpoznawalny ból. Zdjęcia wykonane natychmiast po nagłym pojawieniu się kulawizny mogą nie wykazywać wykrywalnych nieprawidłowości, ale badania sekwencyjne mogą ujawniać postępowanie choroby podstawowej (ryc. 1.10a-c). W niektórych przypadkach zmiany ustąpią z czasem (ryc. 1w.11a-i), ale bywają i takie, które pozostają widoczne radiologicznie po tym, jak przestają mieć znaczenie kliniczne (ryc. 1w.12).

## Ochrona radiologiczna

Ochrona radiologiczna, tj. zapewnienie, że personel wokół konia nie otrzyma dawki promieniowania, jest niezwykle ważna. W różnych krajach istnieją różne zasady, ale podstawowe mogą być podsumowane w następujący sposób:

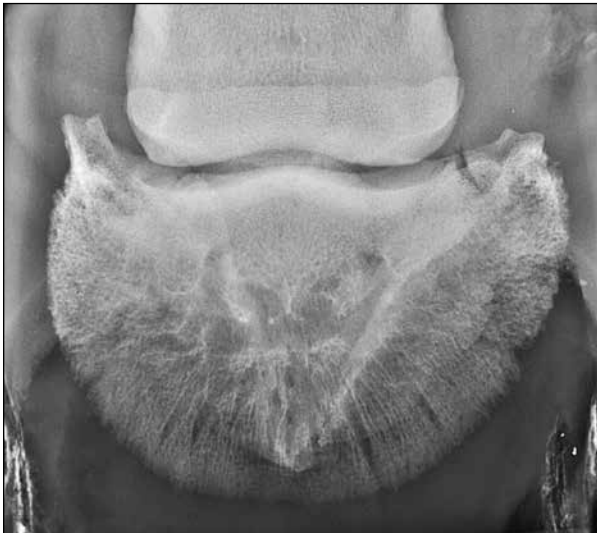
1. Liczbę osób obecnych podczas prześwietlania konia ograniczyć do minimum zapewniającego bezpieczną obsługę.
2. Użyć odpowiedniego poskromienia konia, aby utrzymać go nieruchomo podczas ekspozycji (w związku z tym nie jest konieczne powtarzanie ekspozycji). Może być wymagana sedacja.
3. W miarę możliwości używać uchwytów kaset. Natężenie promieniowania spada wraz z kwadratem odległości, dlatego odległość od źródła jest istotnym



**Ryc. 1.6a.** Projektcja dogrzbietowo-dłoniowa stawu śródrečno-członowego prawego u 4-letniego kucy. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Trzeszczka członu palcowego bliższego nakłada się na przestrzeń stawową stawu śródrečno-członowego



**Ryc. 1.6b.** Projektcja skośna dogrzbietowo pod kątem 10° bliższodłoniowodalsza tego samego stawu śródrečno-członowego jak na ryc. 1.6a. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Trzeszczka członu palcowego bliższego jest teraz widoczna proksymalnie do szpary stawowej stawu śródrečno-członowego, która wydaje się przyśrodkowo zwężona, co jest konsekwencją zwyrodnienia stawu. Zwężenie szpary stawowej powinno być potwierdzone na więcej niż jednym zdjęciu



**Ryc. 1.7a.** Projektcja dogrzbietowobliższodłoniowodalsza skośna kopyta prawej kończyny piersiowej. Strona boczna znajduje się po prawej. W bocznym wyrostku dłoniowym członu palcowego dalszego znajduje się linia przejaśnienia. Może to być błędnie zdiagnozowane jako złamanie, ale należy zauważyć, że linia rozciąga się tylko w pobliżu brzegu bliższego kości i jest wynikiem niewystarczającego uszczelnienia podczas wykonywania zdjęcia



**Ryc. 1.10a.** Projektcja dogrzbietowobocznodłoniowoprzyśrodkowa (w zgięciu) kopyta prawej kończyny piersiowej u 9-letniego konia rekreacyjnego z nagłym atakiem ciężkiej kulawizny prawej kończyny piersiowej w dniu poprzednim, zaobserwowanej podczas ładowania konia do podróży i jego złego zachowania się. Przez boczny wyrostek dłoniowy członu palcowego dalszego (strzałki) przechodzi linia przejaśnienia oznaczająca złamanie



Ryc. 1.10b. Projektcja dogrzbiotowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa (w zgięciu) tego samego kopyta co na ryc. 1.10a, 8 dni później, tj. 9 dni po wystąpieniu kulawizny. Linia złamania jest mniej wyraźna (strzałki)



Ryc. 1.10c. Projektcja dogrzbiotowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa (w zgięciu) tego samego kopyta co na ryc. 1.10a i 1.10b, 17 dni po wystąpieniu kulawizny. Linia złamania staje się szersza, zwłaszcza dystalnie (strzałki). Jest to typowy rozwój złamania

czynnikiem bezpieczeństwa. W projekcjach, w których „tolerancja pacjenta” jest niska, można trzymać kasetę w rękach. Jest to uzasadnione, jeśli pozwala na ograniczenie powtórzeń radiogramów lub zapobiega panikowaniu konia. Jeżeli konieczne jest trzymanie kasety w dłoniach, należy użyć dużych kaset, kolimując wiązkę promieni rentgenowskich, a ręce w rękawicach trzymać tak daleko, jak to możliwe, od pierwotnej wiązki promieniowania rentgenowskiego.

4. Należy dobrze skolimować pierwotną wiązkę promieniowania rentgenowskiego, a przesłone wiązki promieniowania używać dla maksymalnej kolimacji. Żaden fragment ciała osoby towarzyszącej, nawet jeśli założyła ona odzież ochronną, nie powinien znajdować się w promieniu centralnym. Ołowiana odzież ochronna osłania tylko przed promieniowaniem rozproszonym, a nie przed pierwotnym. Należy pamiętać, że wiązka centralna przechodzi przez pacjenta i kasetę, dlatego personel stojący po przeciwnej stronie pacjenta jest także na nią narażony.
5. Wszyscy pracownicy, którzy muszą być obecni podczas badania, muszą nosić fartuchy ochronne, a jeśli są w pobliżu wiązki centralnej, powinni również nosić rękawiczki i ochroniacz tarczycy.
6. Cały personel pracujący z aparatami rentgenowskimi powinien być monitorowany za pomocą systemu dozymetrycznego.
7. Ściany pomieszczenia lub stajni stanowią główną barierę, ale należy pamiętać, że chociaż pustak zatrzyma promień centralny, drewniana przegroda już nie.

**Notabene.** Cyfrowa obróbka zdjęć nieznacznie zmniejszy dawkę promieniowania, ale nie jest to powód, aby ignorować standardową ochronę radiologiczną. W praktyce korzystanie z obrazowania cyfrowego często zwiększa liczbę wykonanych zdjęć, stąd konieczność zachowania czujności w zakresie ochrony radiologicznej.

## Badanie kupno-sprzedaż

Z powodu światowego zasięgu tej książki niemożliwe jest napisanie wystarczająco obszernej części obejmującej wszystkie obszary radiografii w badaniu kupno-sprzedaż akceptowanej we wszystkich krajach. Dokonując takiego badania, należy wziąć pod uwagę wiele czynników zmiennych, takich jak rasa i przeznaczenie, kraj pochodzenia i kraj, do którego zwierzę jest sprzedawane. Niesie to wiele różnych implikacji prawnych, a zatem znacznie wykracza poza zakres tej książki. Wytyczne dotyczące tego problemu zostały opublikowane, a odnośniki znajdują się w *Literaturze uzupełniającej*.

Ogólną wskazówką do przeprowadzenia radiologicznej części badania kupno-sprzedaż jest to, że należy zacząć od oceny ogólnego stanu zdrowia, wieku i kondycji konia. Ważne, aby rozważyć wcześniejsze i przyszłe użytkowanie, ze szczególnym naciskiem na warunki utrzymania i użytkowania konia. Ocena radiologiczna powinna następować po badaniu klinicznym oraz uwzględniać jego wyniki i obszary, które będą najbardziej narażone na obciążenia w przyszłym użytkowaniu konia. Ważne, aby dokonać odpowiedniej interpretacji zdjęć, dlatego powinny być dobrej jakości i w odpowiednich projekcjach. Nie istnieją konkretne wytyczne co do ich liczby, z wyjątkiem zasady, iż wykonuje się dwie projekcje podejrzewanej zmiany oraz klinicznie lepiej jest mieć zbyt wiele projekcji niż zbyt mało, mając na uwadze nadrzędne znaczenie zasad ochrony radiologicznej. Podczas obrazowania pozornie zdrowych stawów (takich jak pęcina lub staw skokowy) zazwyczaj konieczne jest uzyskanie projekcji grzbietowo-dłoniowej (grzbietowo-podeszwowej), boczno-przyśrodkowej i dwóch skośnych każdego ze stawów. Jeśli koń ma być ubezpieczony, firma ubezpieczeniowa może mieć określone minimalne wymagane projekcje. Firmy zajmujące się handlem jednorocznymi końmi pełnej krwi oraz końmi wyścigowymi często określają wymagane projekcje poszczególnych stawów. Niektóre kraje mają ustalony zestaw zdjęć rentgenowskich, które należy zrobić w ramach badania kupno-sprzedaż. Jeśli klient kupuje konia za granicą, trzeba poinformować go, że wykonane radiogramy mogą nie być zgodne z zaleceniami z ich kraju, gdzie bywają konieczne dodatkowe projekcje.

Opis radiogramów w ramach badania kupno-sprzedaż powinien zaczynać się od wyraźnej identyfikacji badanego zwierzęcia. Po tym muszą znajdować się części dotyczące każdej badanej okolicy: otrzymane wyniki i jasny, związany opis wyników badań radiologicznych, począwszy od najbardziej znaczących zmian. Należy podać opinie na temat potencjalnego znaczenia wszelkich nieprawidłowości w odniesieniu do zamierzonego użytkowania konia. Jeśli jakiegokolwiek badanie radiograficzne jest ograniczone, powinno to być wyraźnie określone w sprostowaniu. Na przykład: „Właściciel odmówił zezwolenia na sedację, a zatem badanie kopyta jest niekompletne” lub „Badanie nie jest w pełni wiarygodne, ponieważ właściciel odmówił usunięcia koniowi podków”. Obszerne opisy warto zakończyć jasnym podsumowaniem istotnych zmian dotyczących potencjalnego użytkowania konia w przypadku jego zakupu.

## Rejestry i etykietowanie

Zdjęcia i opisy radiograficzne są częścią dokumentacji medycznej i powinny być starannie przechowywane w kartotece pacjentów. W Stanach Zjednoczonych zarówno zdjęcia rentgenowskie, jak i opisy radiograficzne

muszą być przechowywane z powodów prawnych przez minimum 7 lat. I jest to dobra zasada, którą należy zastosować. Jakość zdjęć będzie odzwierciedlać jakość praktyki, a to staje się szczególnie ważne, gdy zdjęcia mogą być oglądane przez innych praktyków, np. w badaniu kupno-sprzedaż. Wszystkie zdjęcia analogowe, jak i cyfrowe powinny być łatwo identyfikowalne, a etykiety wykonane w momencie przeprowadzania badania radiologicznego.

W związku ze wzrostem zastosowania radiografii i wzrostem liczby sporów z udziałem lekarzy weterynarii na całym świecie ważne, aby radiogramy były dokładnie oznaczone. Powinno to być zrobione cyfrowo lub fotograficznie na błonie przy użyciu jednej ze specjalnych taśm wyprodukowanych w tym celu, przymocowanych do kasety, gdy folia jest naświetlana, lub za pomocą systemu oznakowania świetlnego w ciemni. Etykiety powinny zawierać co najmniej:

1. dane konia i właściciela,
2. nazwę kończyny, która została prześwietlona,
3. datę,
4. znaczniki boczne lub przyśrodkowe, umieszczone na kasecie w odpowiednim miejscu,
5. dane praktyki weterynaryjnej,
6. zastosowaną projekcję (jeśli nie można tego ustalić na podstawie zdjęcia).

Systemy cyfrowe mogą wytwarzać takie etykiety automatycznie, także technik robiący zdjęcie powinien odnotować prawidłowo te informacje.

Bardzo ważne, aby przeprowadzić pełne badanie z odpowiednią liczbą projekcji w każdej z interesujących nas okolic. Ekspozycja musi być prawidłowa, by uwidocznili obecność jakichkolwiek zmian; radiogramy muszą mieć diagnostyczną jakość, a zdjęcia powinny obejmować całą badaną okolicę (np. na zdjęciach stawów skokowych często brakuje proksymalnego aspektu kości piętowej lub stawu stępowo-śródstopowego). Niewłaściwe badanie w najlepszym przypadku może być niejednoznaczne, a w najgorszym razie może wprowadzać w błąd. Taka dokumentacja badań w rękach prawników może okazać się druzgocąca!

## Zasady interpretacji radiograficznej: radiologia

Ważne, aby odczytywać zdjęcia rentgenowskie, gdy są suche. Niezaschnięta emulsja pęcznieje i nie można ocenić szczegółów na mokrych błonach rentgenowskich.

Dobrze, jeśli radiogramy zawsze ogląda się w tej samej orientacji, tj. z koniem zwróconym w kierunku oglądającego w lewo, przyśrodkowo po lewej. Pomaga to w interpretacji, ponieważ trzeba zapamiętać tylko jedno zdjęcie badanej okolicy. (To nieznacznie odbiega od konwencji, że każde zdjęcie powinno być oglądane tak, jakby lekarz patrzył na pacjenta od przodu, np. lewą kończynę przednią oglądał przyśrodkowo w lewo, a prawą przednią kończynę – przyśrodkowo w prawo). Liczba wymaganych projekcji dla dowolnej okolicy jest różna. Ważne, aby uzyskać tyle projekcji, aby upewnić się, że nie pominęło się żadnej zmiany. Mniejsza liczba projekcji nie zawsze okazuje się oszczędna. Często wartościowe jest zastosowanie projekcji specjalnych (np. skośnych i skyline) podejrzanym zmian.

Odpowiednia interpretacja radiologiczna zależy od kompletności i dokładności oceny wszystkich zmian znalezionych na zdjęciu. Zdjęcie powinno się oglądać na negatoskopie, w pomieszczeniu z przygaszonym światłem. Optymalizuje to zdolność osoby oceniającej zdjęcie do różnicowania struktur i uży-



skiwania jak największej liczby informacji. Im ciemniejsze zdjęcie, tym ważniejsze są warunki, w których dokonywana jest jego ocena.

Zdjęcie najpierw należy ocenić z odległości kilkudziesięciu centymetrów, aby mieć na nie ogólny pogląd, a dopiero potem można skupić się na szczegółach. Obszary rozproszonej, nieznacznej zmiany w stopniu cieniowania są zwykle łatwiej rozpoznawane z odległości niż z bliska. Urządzenia o dużym natężeniu światła maskują światła wokół krawędzi radiogramu, co ułatwia jego ocenę.

Zdjęcia cyfrowe powinny być wyświetlane na płaskich ekranach o wysokiej rozdzielczości, również w pomieszczeniu z przygaszonym światłem. Podobnie jak w przypadku zdjęć analogowych, pomocne jest zamaskowanie jasnych obszarów wokół punktu, który nas interesuje. W wielu systemach możliwe jest ustawienie kontrastu i jasności w takiej okolicy. Większość systemów pozwala również na powiększenie całego obrazu lub określonych obszarów (patrz rozdz. 2).

W przypadku zdjęć analogowych lub cyfrowych należy zacząć od oceny samego obrazu:

- Czy jakość zdjęcia jest odpowiednia do interpretacji?
- Czy projekcja jest prawidłowo ustawiona, aby możliwa była poprawna interpretacja?
- Czy są jakieś nieprawidłowości w obróbce lub inne artefakty (np. błoto na koniu), które wpływają na interpretację?

Następnie należy przejść do oceny prześwietlonej okolicy:

- Czy występuje obrzęk tkanek miękkich?
- Czy widać jakąkolwiek zmianę zacielenia tkanek miękkich?
- Jaki jest przybliżony wiek pacjenta?

Na koniec należy spojrzeć na zarys kości i ich szczegółową wewnętrzną strukturę:

- Jeśli widać „nieprawidłowość”, trzeba się upewnić, czy jest prawdziwa: czy widoczna jest w innej projekcji? Czy można to wyjaśnić pozycjonowaniem lub nakładaniem się innych kości bądź struktury tkanek miękkich? Czy jest to raczej zmienność osobnicza niż zmiana patologiczna (np. pozycja i kształt otworu odżywczego mogą znacznie się różnić)? Czy strefę przejaśnienia można wytłumaczyć wprowadzeniem powietrza podczas wcześniejszego znieczulania miejscowego (ryc. 1.13a i 1.13b)? Wewnątrzstawowy gaz uwidacznia się jako półkolisty lub bardziej rozproszony obszar przejaśnienia, często w proksymalnej części stawu, podczas gdy pozostawowy gaz widać jako liniowe przejaśnienie. Przejaśnienia mogą utrzymywać się do 48 godzin po iniekcji.
- Czy dodatkowa projekcja pomogłaby lub uzupełniłaby prawidłową ocenę?
- Jeśli jest to prawdziwa zmiana radiologiczna, należy opisać ją określeniami radiologicznymi.

Dokonując opisu, często można określić, czy jest to aktywny proces czy nie. Ogólnie rzecz biorąc, terminy takie jak gładki, regularny i dobrze odgraniczony prowadzą do wniosku, że jest to proces normalny, łagodny lub są to długotrwałe zmiany chorobowe. O procesie aktywnym świadczą takie terminy, jak szorstkie, nieregularne, ostre, słabo odgraniczone lub destrukcyjne. Jeśli zmianę uważa się za patologiczną, należy się zastanowić, jaki proces patologiczny mógł ją spowodować, a następnie trzeba rozważyć, jakie choroby mogą powodować tego typu patologie.

Jeśli wykonano zdjęcia w celu potwierdzenia obecności określonej choroby lub schorzenia, ale nie oceniono ich w pełni, można przeoczyć nasilenie stanu, powikłania tego procesu lub inne współistniejące zmiany. Aby więc dobrze





**Ryc. 1.13a.** Projekcja dogrzbietowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa skośna okolicy dalszej śródrezcza i stawu śródrezczo-członowego u dojrzałego konia. Znajdują się tu obszary przejaśnienia nałożone na kość śródrezcza III. Są one wynikiem nieumyślnego wprowadzenia powietrza do stawu śródrezczo-członowego podczas wykonywania analgezji śródstawowej. Obszary takie mogą utrzymywać się do 48 godzin. Należy zwrócić także uwagę na tworzenie się osteofitów okolo stawowych na dogrzbietowo-bliższym przyśrodkowym aspekcie członu palcowego bliższego, co jest konsekwencją choroby zwyrodnieniowej stawów. Istnieje również wiele linii przejaśnienia na trzyczczce bocznej członu palcowego bliższego



**Ryc. 1.13b.** Projekcja dogrzbietowo-przyśrodkowo-dłoniowo-boczna skośna tej samej kończyny co na ryc. 1.13a. W obszarze tkanek miękkich znajdują się dyskretny obszar przejaśnienia (strzałki) dystalne do dystalnego aspektu kości śródrezcza II stanowiące powietrze w zachyłku dłoniowym stawu śródrezczo-członowego

ocenić radiogramy, ważne jest, żeby odnieść się raczej do zmiany obserwowanej w wyglądzie badanych tkanek, niż odnieść obraz rentgenowski do wcześniej obserwowanego stanu klinicznego. Ta druga metoda w dużej mierze opiera się na doświadczeniu i nie pozwala na interpretację zmian, które nie zostały wcześniej napotkane. Ważne, aby pamiętać, że każdy radiogram reprezentuje tylko ułamek sekundy w życiu pacjenta i rozwoju choroby. Jest statycznym obrazem dynamicznego procesu. Po odczytaniu radiogramu należy brać pod uwagę wszystkie odchylenia od normy i uwzględnić je w diagnostyce różnicowej chorób, które mogą wystąpić w danej okolicy. Aby uzyskać dokładną interpretację, należy wziąć pod uwagę takie czynniki jak czas, w którym pojawiły się objawy kliniczne, wiek, płeć i rasa pacjenta oraz ewentualne czynniki wkładające. Następnie można sformułować wstępną diagnozę, którą należy uzupełnić o wszelkie wyniki badań laboratoryjnych i innych technik obrazowania, co pomoże potwierdzić diagnozę kliniczną. Nie istnieje zamiennik dla dobrego wywiadu klinicznego i badania, a zdjęcia rentgenowskie należy wykorzystywać jedynie jako pomoc w diagnostyce klinicznej.

Podczas odczytywania radiogramów, szczególnie skośnych, dobrze jest wspomóc się modelami kości. Nieocenione są książki o tematyce anatomicznej oraz te zawierające prawidłowe radiogramy każdej okolicy anatomicznej zwierząt w różnym wieku. W przypadku problemów z oceną danej okolicy kończyny często pomocne jest wykonanie podobnego radiogramu drugiej kończyny i porównanie ich. Trzeba pamiętać, że u noworodków niektóre struktury są nieskostniałe i dlatego nie można ich zobaczyć. Bardziej mylący jest wygląd częściowo skostniałych struktur (np. niecałkowicie skostniałe tkanki podchrzęstne mają nieregularne cienie, które na radiogramach mogą przypominać wyglądem infekcję). Prawidłowy wygląd struktur radiograficznych niedojrzałych zwierząt został opisany w każdym z rozdziałów. Zdjęcia cyfrowe łatwo jest przesyłać elektronicznie, dlatego też nie jest trudno uzyskać poradę eksperta, jeśli pojawią się pytania dotyczące interpretacji.

Radiogramy są tylko częścią układanki i mogą być używane do kilku celów:

- aby potwierdzić, odrzucić lub zasugerować diagnozę,
- aby uzyskać informacje o postępie i stopniu zaawansowania choroby oraz móc określić rokowania,
- aby uzupełnić informacje dotyczące rozmiaru, kształtu, położenia, ewentualnie czasu trwania zmiany.

Podczas oceny radiogramu wynik musi być dopasowany do stanu ogólnego pacjenta. Badanie radiologiczne stanowi pomoc w diagnozie. Istnieje wiele innych uzupełniających technik obrazowania (np. ultrasonografia, scyntygrafia jądrowa, tomografia komputerowa i rezonans magnetyczny) oraz inne dostępne źródła informacji klinicznych. Radiogram jest pomocny w diagnozie, ale sam w sobie nie stanowi ostatecznej diagnozy.

Jednym z najtrudniejszych pytań, na które należy odpowiedzieć, jest, ile czasu trwa uszkodzenie. Ma to znaczenie, ale rzadko można z całą pewnością uzyskać taką odpowiedź. Można oszacować czas, przez jaki rozwijają się niektóre zmiany, lecz nadal trudno jest ustalić dokładny czas, kiedy się pojawiły. Oto cenne wskazówki:

- Tworzenie osteofitów nie jest widoczne, nawet w sprzyjających warunkach, chyba że proces trwa przynajmniej 3 tygodnie.
- Leczenie po urazie może opóźnić tworzenie się osteofitów.
- Do 2 tygodni stają się widoczne niecałkowite złamania lub pęknięcia.
- Aktywne procesy kostne charakteryzują się nieregularnymi zmianami lub rozmytymi marginesami, które mogą cieniować mniej niż kość.
- Nieaktywne procesy w kościach są zazwyczaj gładkie, regularne i równomiernie cieniujące.
- Duże zmiany wytwórcze mogą potrzebować miesięcy, by się wytworzyć, a ich zarys stał się gładki.
- Stara nieaktywna zmiana kostna może nie wskazywać na obecną chorobę, chociaż może znajdować się w tej samej okolicy co ona.
- Tkanka kostna, żeby mogła się modelować, potrzebuje wywieranej na nią siły (prawo Wolffa). Kość niepodlegająca sile nie modeluje się.
- Bliźny w kościach, podobnie jak w innych tkankach, nie modelują się.

Trudno jest dokładnie przewidzieć rozwój zmian wyłącznie na podstawie zestawu radiogramów. Sekwencyjne zdjęcia rentgenowskie wykonywane co tydzień mogą wykazywać znaczne zmiany, które mogą mieć duży wpływ na rokowania (ryc. 1.14a i 1.14b). Nie należy ulegać pokusie interpretowania zdjęcia rentgenowskiego wykonanego w czasie ostrego uszkodzenia ciała (ryc. 1w.14c i 1w.14d).



**Ryc. 1.14a.** Projekcja skośna dojrzbietowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa lewego nadgarstka u 7-letniego konia wyścigowego National Hunt z ostrą kulawizną po upadku. Przedstawia złamanie bez przemieszczenia w proksymalnym dłoniowym aspekcie kości nadgarstka pośrodkowej (strzałki). Istnieje obszar przejaśnienia distalnie do kości nadgarstka, co sugeruje obecność powietrza w zachyłku dłoniowym stawu śródnadgarstkowego po śródstawowej analgezji



**Ryc. 1.14b.** Projekcja skośna dojrzbietowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa lewego nadgarstka u tego samego konia co na ryc. 1.14a, wykonana 13 miesięcy później. Koń był na prośbę właściciela leczony zachowawczo i ściągł się z powodzeniem, ale ostatnio kulawizna się pogorszyła. Odnalazł złamanie jest teraz przemieszczone (strzałki). Osteofity okołostawowe tworzą się rozległe na dystalnym grzbietowo-przyśrodkowym aspekcie kości promieniowej, bliższym dojrzbietowym aspekcie kości nadgarstka promieniowej i bliższym przyśrodkowym aspekcie kości nadgarstkowej III, co świadczy o chorobie zwyrodnieniowej stawów. Istnieje kilka cieni mineralizacji na bliższym dojrzbietowym aspekcie kości śródreżca III

Należy zauważyć, że terminy „przebudować” i „budować” są często używane nieprawidłowo w radiologii (patrz słowniczek w załączniku C). W niniejszej książce termin przebudowa jest często stosowany ze względu na jego powszechne użycie. Modelowanie jest jednak bardziej poprawnym terminem, zgodnym ze zmianami wykrywalnymi radiograficznie (i histologicznie).

## Radiologiczny wygląd fizjologicznych zmian i niektóre częste zmiany patologiczne

### Zmiany kości

Podstawowa zdolność kości do reagowania na bodźce zależy od różnych czynników, takich jak dieta, choroby i stan fizjologiczny innych narządów (płuc, nerek i przewodu pokarmowego).

Należy pamiętać, że prawidłowy stan kości zmienia się z czasem. W okresie wzrostu szkieletu przeważa tworzenie kości nad jej resorpcją. W szkielecie młodego osobnika występują zaburzenia mineralizacji kości i jest on bardziej giętki (35% składników mineralnych do 65% macierzy i komórek). W miarę dojrzewania osobnika stopniowo zwiększa się gęstość (zbliża się do 65%

składników mineralnych, 35% macierzy i komórek). Wraz z wiekiem zmienia się równowaga kostno-mineralna w kierunku zmniejszonego procesu tworzenia i zwiększonej resorpcji.

Chociaż powszechnie uważa się, że kości są w przeważającej mierze wapniem, ich skład mineralny to około 35% wapnia, 17% fosforu i 12% miedzi oraz innych minerałów. Radiologicznie nie można wykryć spadków mineralizacji mniejszej niż około 30% całkowitej mineralnej objętości, a zatem zmiany w mineralizacji kości mogą być niewykrywalne radiograficznie na wczesnym etapie procesu chorobowego. Diagnostyka ultrasonograficzna może pomóc we wczesnym wykrywaniu zmian kostnych wpływających na powierzchnie kości, np. okostnowe tworzenie nowych kości.

Należy pamiętać, że wiele zmian odzwierciedla raczej historię, niż stanowi odpowiedź na obecne bodźce; w związku z tym niektóre zmiany radiologiczne mogą nie mieć znaczenia klinicznego, ale utrzymują się jako przypadkowe odkrycia.

Prawo Wolffa mówi, że budowa kości odbywa się według naprężeń, którym są poddawane, i zależy od funkcji kości oraz rozkładu obciążenia. Siły



**Ryc. 1.15.** Projekcja lekko skośna boczno-przyśrodkowa dystalnego aspektu kończyny u dorosłego konia, uogólniona demineralizacja spowodowana wtórną nadczynnością przytarczyc. Widać cienką, słabo zaznaczoną korę i bardzo wyraźny wzór bełczkowaty (por. z ryc. 5.8a, przedstawiającą prawidłowy staw śródrečno-członowy)



**Ryc. 1.16a.** Projekcja skośna dogrzbietowo-boczno-podeszwowo-przyśrodkowa stawu śródstopowo-członowego u 15-letniego konia sportowego z ciężką kulawizną trwającą 2 miesiące, związaną z przerwaniem więzadła poboczego przyśrodkowego i urazem kostnym. Występuje uogólniona utrata cieniowania trzeczki bocznej członu palcowego bliższego, kości śródstopia III i członu palcowego bliższego wskazująca na osteopenię

przykładane są do kości w miejscach mocowania więzadeł i ścięgna lub przez stawy. Zastosowanie obciążenia może spowodować deformację danej części. Deformacja zależy od wielkości siły i liczby cykli obciążenia.

Oceniając radiogramy, należy pamiętać, że kość jest żywą, dynamiczną tkanką, która może reagować w trudny do przewidzenia sposób na nieskończoną liczbę zewnętrznych bodźców lub uszkodzeń.

## **Demineralizacja kości**

### **Demineralizacja uogólniona**

Demineralizację uogólnioną czy osteoporozę można rozpoznać po: cienkiej kory; grubszym, wyraźniejszym wzorze beleczkowym; zdjęcie może być pozornie przeeksponowane z powodu zmniejszonej gęstości kości (sprawdź ogniskową, wartości ekspozycji i techniki obróbki). Dzięki obrazowaniu cyfrowemu różnice w ekspozycji są trudniejsze do wykrycia, a ocena kory i układu beleczkowego staje się ważniejsza. Demineralizacja uogólniona (ryc. 1.15) może wynikać z mobilizacji minerałów potrzebnych w innych częściach ciała, np. w czasie ciąży, przy nieprawidłowej diecie, braku równowagi metabolicznej (np. wtórna żywnościowa nadczynność przytarczyc) lub chorobie nerek. Ewentualnie brak minerałów może wskazywać, że pacjent jest bardzo młody lub bardzo stary.

### **Demineralizacja miejscowa**

Zaburzenia mineralizacji w pojedynczej kończynie wskazują na proces ograniczony do tego obszaru, np. zaburzenia mineralizacji w jednej kończynie mogą oznaczać osteopenię z nieużywania (ryc. 1.16a i 1w.16b). Z powodu braku aktywności mięśni i/lub redukcji obciążenia dochodzi do zaburzeń mineralizacji. Jeśli podejrzewa się uogólnioną chorobę powinno się porównać radiogram kończyny badanej z radiogramem kończyny po stronie przeciwnej.

### **Demineralizacja ogniskowa**

Ogniskowe ubytki kości (ryc. 1.17) mogą wskazywać na infekcję, proces nowotworowy lub zastąpienie kości tkanką włóknistą w wyniku poprzedniego procesu chorobowego (można uznać, że jest to odpowiednik blizny w kości).

Widoczna jest również:

- jako kostno-chrzęstna wada w osteochondrozie (choć może tak naprawdę reprezentuje opóźnioną mineralizację zamiast demineralizację),
- w zmianach podobnych do torbieli kostnych,
- jako podchrzęstna utrata kości w chorobie zwyrodnieniowej stawów,
- w związku z nieprawidłowościami naczyniowymi,
- wzdłuż linii złamania.

Może również wynikać z ciągłego nacisku na kość, jak w przewlekłym proliferacyjnym zapaleniu błony maziowej lub w przypadku innych mas, które uciskają.

## **Proliferacja kości**

Proliferacja kości może spowodować zwiększenie gęstości kości, a tym samym zmniejszyć ich przepuszczalność dla promieni rentgenowskich.

Ogólny wzrost gęstości kości może być spowodowany zatruciem fluorem lub chorobą dziedziczną, taką jak osteopetroza. U niektórych gatunków odkładanie się minerałów może wskazywać na hiperwitaminozę A; nie dotyczy to jednak koni.



**Ryc. 1.17.** Projekcja boczno-boczna zakończeń wyrostków kolczystych w okolicy pośrodkowej klatki piersiowej. Występuje intensywna demineralizacja wyrostka kolczystego dziewiątego kręgu piersiowego. Warstwa korowa ma również nieregularny zarys

### Zgrubienie warstwy korowej

Prawo Wolffa mówi, że kości kształtują się według naprężeń, którym są one poddawane, i w zależności od ich funkcji oraz rozkładu obciążenia. Grubość warstwy korowej, szczególnie kości śródrcza III i kości śródstopia, zmienia się począwszy od młodego, niedojrzałego szkieletowo, niewytrenowanego konia do dojrzałego wyszkolonego konia. Część korowa kości od strony grzbietowej staje się znacznie grubsza niż od strony dłoniowej. Jeśli koń ma nieprawidłową budowę, taką jak postawa beczkowata, dystalne kości kończyn będą odpowiednio przebudowywać się, w wyniku czego zwiększy się grubość kory w rejonach kości przenoszących zwiększone obciążenie.

### Ogniskowe tworzenie nowej kości

Osteofity to ostrogi kostne na brzegu stawu. Tworzą się w odpowiedzi na różne bodźce. Czas potrzebny, aby osteofit się rozwinął, jest zmienny osobniczo i zależy od bodźca, który go wywołuje. Proces tworzenia może trwać zaledwie 2 tygodnie lub kilka tygodni. Gdy osteofity mają gładki obrys oraz jednolity cień na radiogramie, proces ich tworzenia był długotrwały i nieaktywny. W przypadku aktywnego procesu tworzą się osteofity bardziej przeziernie dla promieni rentgenowskich lub takie z bardziej przeziernym koniuszkiem. Około stawowe osteofity mogą być związane z patologią wewnątrzstawową i rozwijać się na granicy chrząstki stawowej oraz kości okołostawowej (ryc. 1.18). Rozwijają się również w wyniku niestabilności stawów.

**Entezofity** to ostrogi kostne, które rozwijają się w miejscu przyczepu ścięgien, więzadeł lub torebki stawowej do kości. Przyczynami ich powstania są





**Ryc. 1.18.** Projektcja doogonowo-dogłowa kolana u 14-letniego walijskiego coba sekcja D. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Występuje umiarkowanego rozmiaru osteofit na aspekcie bliższym piszczeli, odzwierciedlającym *osteoarthritis*. Kulawizna poprawiła się po śródstawowej analgezji podanej do stawu udowo-piszczelowego i udowo-rzepakowego. Ocena artroskopowa wykazała znaczne pęknięcie łąkotki przyśrodkowej, silne drżenie więzadła doczaszkowego łąkotki przyśrodkowej i nieprawidłowości chrząstki stawowej

ucisk powodowany przez te struktury (niezależnie od tego, czy jest to rozdarcie części więzadła) lub przewlekły ucisk spowodowany przez ścięgno, trakcję torebki lub przewlekłe rozszerzenie torebki. W niektórych okolicach może być trudno rozróżnić osteofity i entezofity.

#### Okostnowe i śródkostne tworzenie nowej kości

Okostnowe i śródkostne tworzenie się nowych kości jest wynikiem stanu zapalnego okostnej zewnętrznej lub okostnej wewnętrznej. Może to wynikać ze złamania (blizny tworzące okostnową i śródkostną nową kość), urazu, infekcji, przecięcia przy przyczepie tkanki miękkiej lub guza.

#### Stwardnienie

Stwardnienie jest terminem, który może wprowadzać w błąd. Jego prawdziwa definicja w medycynie to zwiększona twardość tkanki. Jest to zjawisko, którego nie można określić radiologicznie. Termin ten radiolodzy zaadaptowali do opisu zwiększonego cieniowania kości z powodu zwiększonej masy kostnej w istniejącej już kości. Zmianę tę najłatwiej rozpoznać w kości beleczkowej. Pojawia się ona w odpowiedzi na kilka bodźców, w tym:

- naprężenie (np. zwiększona grubość i/lub cieniowanie kości podchrzęstnej w chorobie zwyrodnieniowej stawów),
- próbę odciążenia się od infekcji (np. w jamie szpikowej sąsiadującej z obszarem zapalenia kości i szpiku; w odpowiedzi na zapalenie kości korowej przylegą do miejsca infekcji; sąsiaduje z sekwestracją),
- wspieranie lub ochronę osłabionego obszaru (np. obręcz o zwiększonym cieniowaniu wokół zmiany podobnej do torbieli kostnej).

## Uszkodzenia kości

### Zapalenie chrząstki wzrostowej

Zapalenie chrząstki wzrostowej jest określeniem używanym do opisu nieprawidłowego poszerzenia i nierówności kostnych na brzegach nasadowych i przynasadowych chrząstki wzrostowej u koni z niedojrzałym szkieletem. Przynasada kości jest poszerzona i asymetryczna. Wzrasta cieniowanie przynasady sąsiadującej z chrząstką wzrostową, która może być bardziej nieregularna niż normalnie, z równoległymi liniami przepuszczalnymi dla promieni rentgenowskich, odzwierciedlającymi zachowanie się chrząstki. Warstwa korowa przynasady może być nienormalnie gruba. Zwykle występuje obrzęk tkanek miękkich w obszarze objętym chorobą i związane jest z nim nieprawidłowe ukątowanie kończyny. Zmiany te mają drugorzędny wpływ na szybką produkcję chrząstki lub na wady mineralizacji i/lub kostnienia w celu wytworzenia pierwotnej warstwy gąbczastej.

Chociaż każda chrząstka wzrostowa może być dotknięta tym procesem, najczęściej występuje w okolicy dystalnej kości promieniowej (patrz ryc. 7.23) i okolicy dystalnej śródrezcza/śródstopia. Histologicznie odnotowane ogniskowe wady kostno-chrzęstne wynikają z wielokrotnego krwawienia i/lub mikrozlamań, które zakłócają dopływ krwi do mineralizującej się chrząstki. Opisano również wady podobne do osteochondrozy.

Poszerzona kość przynasadowa, powstała w ostrym stadium choroby, może utrzymywać się przez całe życie, powodując nieregularny lub poszerzony wygląd linii nasadowej, choć w wielu przypadkach przebudowuje się do stanu prawidłowego.

### Neoplazja

Pierwotne guzy i przerzuty nowotworowe kości długich koni są rzadko spotykane. U koni większość guzów obejmujących kości występuje w czaszce (patrz rozdz. 11 *Inne przyczyny wzrostu cieniowania zatoki szczękowej oraz Nowotwory*) lub czasami w kręgosłupie (patrz rozdz. 12 *Kręgi szyjne część Nowotwory* i *Kręgi piersiowo-lędźwiowe część Nowotwory*). Guzy powodują zmiany uciskowe, które mogą być przepuszczalne lub nie dla promieni rentgenowskich. Zarys sąsiadującej kości może ulec zniekształceniu, co bywa związane z wytwarzaniem nowej kości. Często nie da się rozróżnić konkretnych typów nowotworów po ich wyglądzie radiologicznym. Złośliwy nowotwór może być podobny radiologicznie do infekcji, a różnicowanie jest możliwe w oparciu o historię, objawy kliniczne, testy laboratoryjne i biopsję.

### Zapalenie kości oraz zapalenie kości i szpiku kostnego (*osteitis i osteomyelitis*)

*Osteitis* to zapalenie kości, a *osteomyelitis* to zapalenie kości korowej i jej jamy szpikowej. W kościach, które nie mają jamy szpikowej (np. dystalnej części palca), nie należy stosować terminu zapalenie kości i szpiku. *Osteitis* jest zwykle wynikiem urazu lub stanu zapalnego w sąsiadujących tkankach miękkich. Charakteryzuje się tworzeniem nowej tkanki kostnej, a czasami jej resorpcją. Należy różnicować aseptyczne zapalenie kości i zakaźne zapalenie kości (patrz dalej).

### Zakaźne zapalenie kości oraz zakaźne zapalenie kości i szpiku

Zakaźne zapalenie kości (zapalenie kości z powodu infekcji) oraz zakaźne zapalenie kości i szpiku (zapalenie kości związane z jamą szpikową) występują



u koni często. Zakaźne zapalenie kości jest bardziej powszechne u dorosłych i jest zwykle miejscowe, często związane z urazem, takim jak przecięcie drutem lub rany kłute. Charakterystyczne cechy infekcji:

- obrzęk tkanek miękkich z niszczeniem kości i jej tworzeniem na nowo;
- próba odciążenia dostępu do infekcji skutkuje tworzeniem się kości nieprzepuszczalnych dla promieni rentgenowskich w sąsiedztwie obszaru zakażenia i destrukcją kości;
- zakażenie kości może spowodować tworzenie się martwaka (kawałek martwej, początkowo nieprzepuszczalnej dla promieni rentgenowskich kości) otoczonej *involucrum* (obszar przepuszczalny dla promieni rentgenowskich tkanki ziarninowej) (patrz ryc. 6.23b i 6.23c). Na radiogramie może być widoczny, jako obszar przepuszczalny dla promieni rentgenowskich rozciąga się od zakażonej okolicy (zatoka);
- dalsza część palca, trzeszczki i czaszka reagują nieco inaczej na infekcję. Powoduje ona przewagę lizy kości nad budową nowej tkanki kostnej;
- u żrebaka zapalenie kości i szpiku jest powszechniejsze. Może występować jednocześnie w kilku miejscach i często obejmuje sąsiednie stawy. Zwykle septyczne zapalenie stawów przenosi się na sąsiednie kości, powodując zapalenie kości i szpiku. *Osteomyelitis* u żrebaka rozwija się bardzo szybko i zwykle odpowiedź kości jest za słaba, aby zapobiec zakażeniu. Przydatna klasyfikacja infekcji kości i stawów została opracowana przez Firtha (patrz: *Zakaźniowe zapalenie stawów* dalej).

### Osteopatia przerostowa

Osteopatia przerostowa była wcześniej znana jako choroba Marie, osteoartropatia przerostowa płucna lub osteoartropatia przerostowa. Obecnie określa się ją jako osteopatię przerostową, ponieważ wykazano, że zmiany w płucach nie są warunkiem rozwoju choroby, jak kiedyś sądzono, chociaż mogą one występować. Choroba ta dotyczy głównie przynasad i trzonów kości, jednocześnie oszczędza stawy. Charakteryzuje się powstawaniem nowej okostnowej tkanki kostnej, która często wydaje się tworzyć prostopadle do warstwy korowej kości i w ostrym stadium ma nieregularny zarys (rys. 1.19a i 1w.19b). We wczesnych etapach należy stosować miękkie warunki ekspozycji, aby uniknąć prześwietlenia zdjęcia stosunkowo przepuszczalną dla promieni rentgenowskich nową kością. Później brzegi nowej kości stają się bardziej cieniujące i gładkie, a wygląd pierwotnej warstwy korowej kości – mniej wyraźny. Zmiany kostne rozwijają się wtórnie do zmian pierwotnych, zwykle w klatce piersiowej lub czasami w jamie brzusznej. Są to: nowotwory, ropień lub rozproszona choroba ziarniniakowa. Nie wyjaśniono dotąd przyczyn i rozmieszczenia zmian kostnych, jednak zmiany kości mogą ulec regresji i przebudować się, jeśli pierwotna choroba zostanie rozpoznana i będzie skutecznie leczona.

### Zmiany podobne do enostozy i inne zaciemnienia

Enostoza definiowana jest jako kość rozwijająca się w jamie szpiku kostnego lub na okostnej wewnętrznej, w wyniku czego powstaje obszar o zwiększonej nieprzepuszczalności promieniowania rentgenowskiego. U konia zmiany podobne do enostozy zostały opisane jako ogniskowe lub wielogniskowe stwardnienie śródszpikowe. Zwykle znajdują się w obszarze trzonu kości długich, w pobliżu otworu odżywczego, często rozwijają się na powierzchni śródkostnej kości. Najczęstszymi miejscami występowania są: kość piszczelowa, promieniowa, ramienna i III śródreżca oraz kości śródstopia (ryc. 1.20, 6w.24a

**Ryc. 1.19a.** Projekcja dogrzbiotowo-boczno-dłoniowo-przyśrodkowa stawu śródrečno-członowego lewego u 10-letniej klaczy pełnej krwi angielskiej. Na dystalnym aspekcie kości śródrečna III oraz na dogrzbiotowym i dłoniowym aspekcie członu palcowego bliższego występuje palisadowa nowa kość z nadmiernym obrzękiem tkanek miękkich. Proces ten nie dotyczy stawów śródrečno-członowego i międzyczłonowego bliższego. Obszary powstawania nowych kości były bolesne podczas badania palpacyjnego, a klacz poruszała się sztywno. Wszystkie cztery kończyny były zaangażowane w proces chorobowy. Diagnoza: osteopatia przerostowa



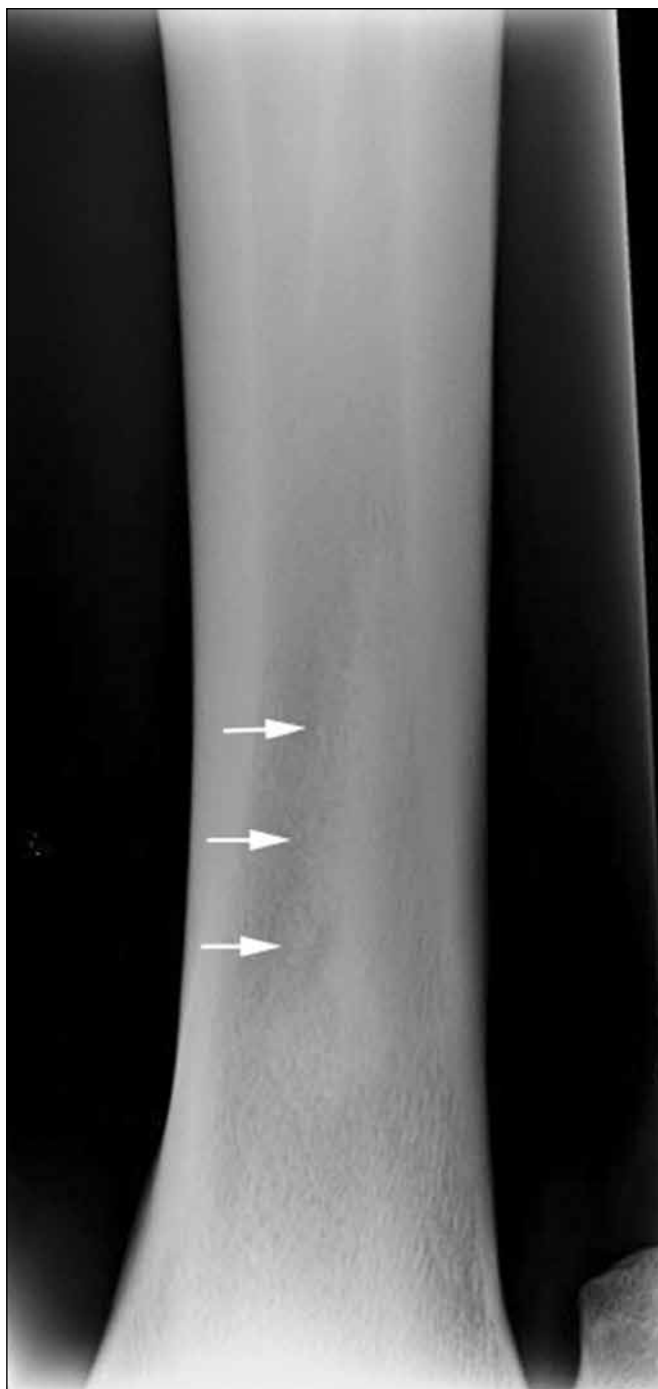
i 6w.24b oraz 10w.40). Nie są znane etiologia i znaczenie kliniczne zmian. Mogą jednak wiązać się z kulawizną, która zwykle ustępuje po odpoczynku. Zmiany podobne do enostozy są często związane ze zwiększoną ogniskową absorpcją radiofarmaceutyku, niezależnie od tego, czy powodują one kulawizny. Takie ogniskowe zaciemnienia powinny być odróżnione od blizny śródkostnej wtórnej do złamania ze zmęczenia. Stwierdzono niewielkie ogniskowe cienie w przynasadzie bliższej (ryc. 10w.41) lub trzonie kości piszczelowej. Ich etiologia i znaczenie kliniczne są nieznane.

### **Kostnienie heterotopowe**

Kostnienie heterotopowe, dobrze znane u ludzi, charakteryzuje się rozwojem kości w miejscach, w których kość normalnie nie występuje. Etiologia jest nieznana. Przyczyną może być uraz mięśni, ale również uraz mózgu lub rdzenia kręgowego, oparzenia i operacja. Na ogół wiąże się z bólem regionalnym. Rzadko występuje u koni (ryc. 8w.20a i b).

### **Złamania**

Złamanie jest przerwaniem ciągłości kości, radiologicznie widzianym jako linia lub linie przejaśnienia. Badanie radiologiczne przeprowadza się w celu ustalenia typu, ciężkości i stopnia przemieszczenia odłamów oraz oceny uszkodzenia sąsiednich stawów i tkanek miękkich. Późniejsze radiogramy można wykonać w celu oceny stopnia gojenia się złamania. Aby złamanie było



**Ryc. 1.20.** Projekcja skośna do-  
czaszkowo-boczno-doogono-  
wo-przyśrodkowa kości pisz-  
czelowej. Przedstawia pionowe  
pasma liniowe o zwiększonym  
cieniowaniu w środku dystal-  
nego aspektu trzonu kości  
piszczelowej (strzałki). Jest to  
zmiana podobna do enostozy

widoczne na zdjęciu, niezbędne jest wykonanie co najmniej dwóch projekcji, najlepiej pod kątem prostym względem siebie.

Złamania zmęczeniowe, inne nieprzemieszczone i/lub niekompletne mogą być niezwykle trudne do wykrycia w stadium ostrym. Linii Macha z powodu wzmocnienia krawędzi nie należy mylić ze złamaniami. Są one szczególnie widoczne w niektórych programach do obrazowania cyfrowego. Dwie przepuszczalne dla promieni rentgenowskich linie często oznaczają pojedyncze pełne złamanie, które przechodzi przez dwie warstwy korowe, np. grzbietową i dłoniową. Nie należy ich mylić z dwoma złamaniami. Podczas normalnego procesu gojenia

w ciągu 5–10 dni dochodzi do osteoklacji wzdłuż linii złamania, co prowadzi do widocznego poszerzenia linii pęknięć (patrz ryc. 1.10a–c, 6.29a i 6.29b). Tak więc linię złamania, która nie była wyraźnie widoczna na początkowych radiogramach, można uwidocznic na zdjęciach kontrolnych wykonanych 5–10 dni później. W ostrej fazie scyntygrafia kości bywa lepszym sposobem wykrycia złamania niepełnego lub zmęczeniowego. Niektóre złamania nigdy nie są widoczne radiologicznie, mimo że wskazuje na nie scyntygrafia kości. Zanim złamanie zmęczeniowe stanie się widoczne, na radiogramie zwiększone jest cieniowanie.

Należy ustalić, czy złamanie jest jedno- czy dwukorowe, proste czy wielokrotne (wieloodłamowe), czy dotyczy stawu. Trzeba też określić stopień przemieszczenia odłamów złamania i rozpoznać wszelkie współistniejące patologie, które mogą niekorzystnie wpływać na rokowanie.

Według Saltera i Harrisa złamania obejmujące chrząstkę wzrostową kości mogą być klasyfikowane ze względu na konfigurację i związek płaszczyzny złamania z przynasadową chrząstką wzrostową. Salter i Harris dzielą złamania w następujący sposób (ryc. 1.21):

**Typ I:** Złamanie przez strefę wzrostu bez naruszenia sąsiadujących nasady lub przynasady.

**Typ II:** Złamanie przez chrząstkę wzrostową i część przynasady, pozostawiające odcinek przynasady połączony z nasadą.

**Typ III:** Złamanie przez chrząstkę wzrostową i część nasady, wchodzące do stawu.

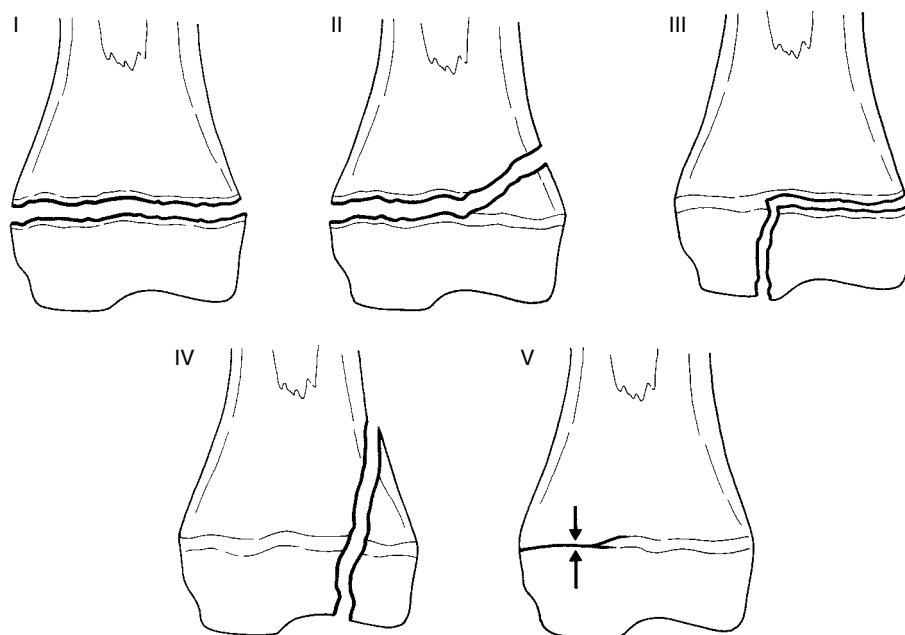
**Typ IV:** Złamanie przez nasadę, chrząstkę wzrostową i część przynasady, prostopadle do płaszczyzny chrząstki.

**Typ V:** Złamanie kompresyjne chrząstki wzrostowej przy minimalnym przemieszczeniu.

Chociaż powyższa klasyfikacja została ostatnio rozszerzona, według nas jest ona odpowiednia do celów klinicznych.

Aby określić postęp leczenia, należy je monitorować radiologicznie. Odstęp czasowy między ponownymi badaniami zależy od ciężkości złamania, rodzaju naprawy i ponownej oceny klinicznej pacjenta. Po wstępnej resorpcji minerałów wzdłuż linii złamania i formacji włóknistej blizny rozwija się zwapniały okostnowy i śródścienny kalus. Liczba i jakość blizn zależą od stopnia stabilności w miejscu złamania (ryc. 1.22) oraz obecności lub braku współistniejących infekcji. Blizna śródkostna jest trudniejsza do zobrazowania radiograficznego, ale ostatecznie powoduje zniknięcie linii złamania. Złamanie może stać się stabilne na długo przed tym, jak linia złamania zniknie w obrazie radiologicznym. Niektóre kości (np. trzeszczka bliższa i dalsza oraz kość dodatkowa nadgarstka) mają tendencję do gojenia poprzez tworzenie się tkanki chrzęstnej, co skutkuje utrzymującą się linią przepuszczalną dla promieni rentgenowskich. Szybkość gojenia się jest różna i zależy od wielu czynników, w tym od wieku konia, jego stanu odżywienia i metabolizmu, stopnia stabilności złamania, miejsca złamania, obecności lub braku okostnej, dopływu krwi do kości, a także obecności lub braku infekcji. Zakażenie prawdopodobnie postępuje i zaburza zrastanie się kości, chyba że miejsce złamania jest stabilne.

Jeśli złamanie zostanie ustabilizowane przez wewnętrzne unieruchomienie, a stabilność odłamów w miejscu złamania jest odpowiednia, gojenie powinno się odbywać głównie przez pierwotny zrost, z minimalnym kalusem okostnowym. Niestabilność w miejscu złamania powoduje wtórny zrost przez wytworzenie okostnowej blizny (ryc. 1.23) albo zrost przez tkankę chrzęstną lub wadliwy zrost kości.

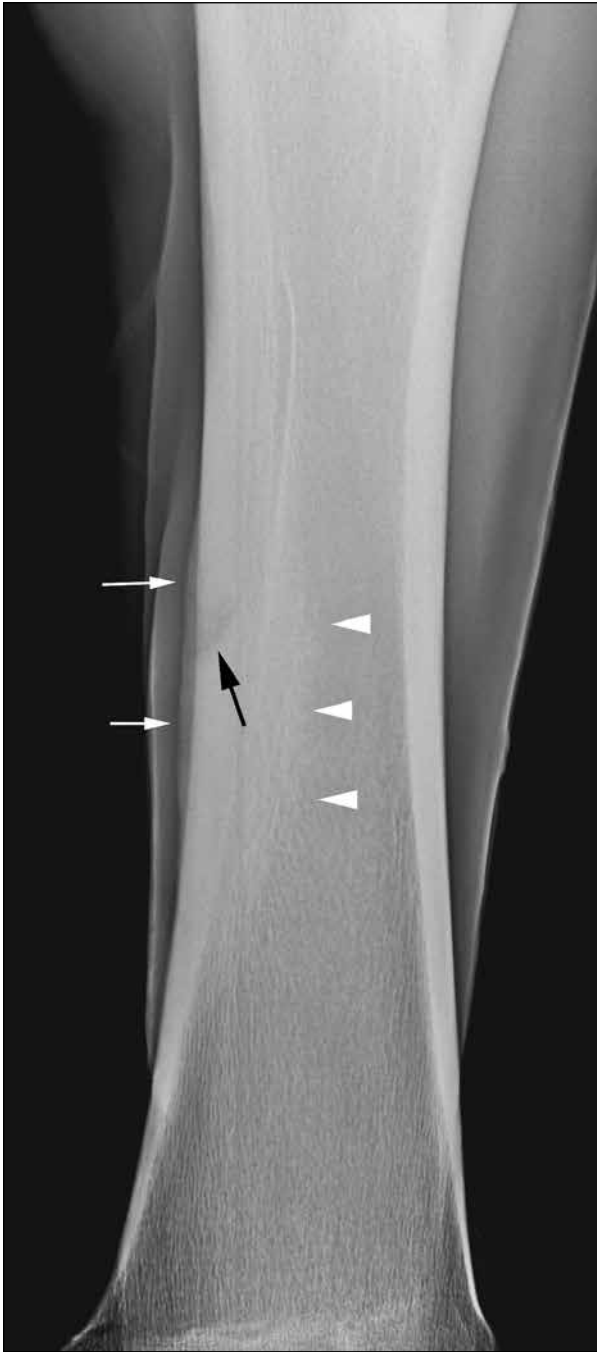


Ryc. 1.21. Klasyfikacja złamań płytki wzrostowej według Saltera i Harrisa. Opisy – patrz tekst

Jeśli złamanie zostało ustabilizowane, implanty i okolice kości należy dokładnie ocenić na kolejnych zdjęciach rentgenowskich. Na poluzowanie się implantu lub infekcję wskazują strefy przejaśnienia wokół niego. Konieczne może być usunięcie jednego lub więcej implantów. Badanie ultrasonograficzne może być pomocne w niektórych przypadkach we wczesnym wykrywaniu zapalenia kości i szpiku, np. dzięki stwierdzeniu płynu wokół łebka śruby.

Jeżeli implanty zostały usunięte, gdy złamanie było już stabilne, w badaniu radiologicznym przez 8–12 tygodni będą widoczne obszary przejaśnienia w miejscach, w których implanty przechodziły przez kość. Takie miejsca mogą być potencjalnie miejscami złamań aż do momentu remineralizacji. Oczywiście miejsca te są potencjalnie niebezpieczne, także gdy implanty są obecne.

Czy złamanie jest leczone zachowawczo czy chirurgicznie, po początkowej resorpcji substancji mineralnej wzdłuż szczeliny złamania szczelina powinna się stawać coraz węższa, aż do całkowitego zaniku. Leczenie może być zakończone w ciągu 6–12 tygodni, ale przy niektórych złamaniach trwa znacznie dłużej. Koń może być zdolny do pracy, pomimo że na radiogramach nadal widać szczelinę złamania. Niektóre złamania goją się całkowicie po rozpoczęciu ostrożnego kontrolowanego wysiłku fizycznego. W niektórych lokalizacjach (np. w złamaniach kłykcia kości śródreżca III) długotrwałe utrzymywanie się linii przejaśnienia jest zwykle związane z nawracającą kulawizną. Jeśli linia złamania utrzymuje się dłużej niż 6 miesięcy, można uznać, że zrost jest opóźniony. Może występować zwiększone cieniowanie kości w sąsiedztwie szczeliny złamania, a końce odłamów mogą lekko się rozszerzyć (ryc. 1.24). Chociaż opóźniony zrost nie jest rzadkością u koni, brak zrostu (kompletny brak zrostu kostnego po 12 miesiącach) zdarza się rzadko, z wyjątkiem wspomnianych wcześniej okolic, w których złamanie często goi się poprzez tworzenie tkanki chrzęstnej. W przypadku pozornego gojenia się poprzez tworzenie tkanki chrzęstnej zwykle nie można stwierdzić, kiedy nastąpiło pierwotne złamanie. Złamanie trzeszczki kopytowej zazwyczaj goi się poprzez tworzenie tkanki chrzęstnej i często na radiogramie wokół linii złamania znajdują się obszary przejaśnienia. Wskazują one na złamanie trwające co najmniej 6–8 tygodni.



**Ryc. 1.22.** Projektja doczaszkowo-dooonowa kości promieniowej u 6-letniego irlandzkiego konia sportowego, wykonana 4,5 tygodnia po kontuzji spowodowanej kopnięciem. Kulawizna nie była widoczna aż do 3 dni po urazie i stopniowo ulegała pogorszeniu w następnym tygodniu. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. Występuje znaczna reakcja śródkostnej środkowej warstwy korowej środkowej okolicy trzonu palcowego (groty strzałek), rozciągająca się proksymalnie i dystalnie do źle odgraniczonej linii przejaśnienia przez warstwę korową, będącego niepełnym złamaniem (czarna strzałka). Gładko odgraniczona formacja okostnowa, blizna, rozciąga się proksymalnie i dystalnie do linii przejaśnienia (białe strzałki), istnieje także łagodna opuchlizna tkanki miękkiej



**Ryc. 1.23.** Projektja grzbietowo-dłoniowa dystalnej okolicy śródreżca u 3-letniego konia wysścigowego pełnej krwi angielskiej z nagłym początkiem kulawizny kończyny piersiowej lewej przed 6 tygodniami. Strona przyśrodkowa znajduje się po lewej. W przybliżeniu pozioma linia przejaśnienia biegnie przez dystalną okolicę przynasadową, reprezentując całkowite złamanie i bardzo rozległą, nieregularnie odgraniczoną odokostnową bliznę rozciągającą się wzdłuż warstwy korowej przyśrodkowej i bocznej, odzwierciedlającą wtórną odpowiedź na niestabilne złamanie



**Ryc. 1.24.** Projekcja boczno-przyśrodkowa kolana. Strona doczaszkowa znajduje się po lewej. Zdjęcie przedstawia całkowite poprzeczne, stawowe, niepołączone złamanie rzepek. Brzegi złamania są zaokrąglone i mają zwiększone cieniowanie. Istnieją również małe zmineralizowane cienie, leżące nad doogonowym aspektem złamania. Dystalna połowa dystalnej części rzepek ma ogólne zmniejszenie cieniowania

## Uszkodzenia stawów

### Obrzęk

Obrzęk tkanek miękkich w okolicach stawów można sklasyfikować w sposób pokazany poniżej.

#### Obrzęk wewnątrzstawowy

W trakcie obrzęku wewnątrzstawowego torebka stawowa jest rozciągnięta i u nieobarczającego kończyny pacjenta szpara stawowa może być poszerzona. W niektórych okolicach (np. nadgarstka) prawidłowa niecieniująca grzbietowa poduszka tłuszczowa może zniknąć z powodu kompresji. Obrzęk stawów jest zwykle związany ze stanem zapalnym i może być septyczny lub aseptyczny. Miękkie zdjęcia rentgenowskie mogą wykazywać, że staw jest rozciągnięty od części stawu obciążonej kończyny. Jeśli u noworodków obrzęk dotyczy kilku stawów, należy rozważyć septyczne zapalenie stawów, natomiast u starszych chorobę immunologiczną, zwłaszcza jeśli zdarzenie ma charakter cykliczny.

# RADIOLOGIA KLINICZNA KONI

*Radiologia kliniczna koni* doskonale wypełnia lukę na polskim rynku wydawniczym. W książce tej dokładnie przedstawiono ogólne zasady radiologii, omówiono techniki badania i co najważniejsze – właściwą interpretację obrazów. Każdy rozdział szczegółowo prowadzi nas przez obrazy radiologiczne konkretnych układów i okolic ciała. Książka zawiera również zdjęcia rentgenowskie zebrań – to niezwykle ważne, gdyż interpretacja takich obrazów zawsze nastęrcza lekarzom najwięcej trudności. Dużą pomoc stanowią także schematy badanej okolicy ciała. Wszystkie ryciny wnikliwie opisano, co znacząco ułatwia czytelnikowi interpretację wykonanych badań. Jakość prezentowanych obrazów, a w szczególności zdjęć klatki piersiowej, kręgosłupa i głowy, jest bardzo wysoka, a ich opisy w tekście pozwalają rozwiązać większość wątpliwości, a co za tym idzie, postawić właściwe rozpoznanie.

Moim zdaniem podręcznik ten jest niezwykle pomocnym, wręcz niezbędnym narzędziem pracy lekarza hipiatry.

dr n. wet. ANDRZEJ BEREZNOWSKI  
*specjalista chorób koni*

Pierwsze wydanie książki *Clinical radiology of the horse* nabyłem natychmiast po jej ukazaniu się. Od tej pory kolejne edycje tego podręcznika towarzyszą mi w codziennej pracy lekarza ortopedy. Dzięki nim jestem na bieżąco z aktualnym stanem wiedzy radiologicznej. Nie wyobrażam sobie pracy, zwłaszcza analizowania rzadko występujących zmian, bez opinii autorów tej książki.

Bardzo cieszy mnie fakt, że wydawnictwo Galaktyka wprowadza na nasz polski rynek kolejną „biblię weterynaryjną”. Ta książka może służyć zarówno studentom oraz początkującym lekarzom weterynarii, jak i doświadczonym klinicytom, dlatego nie powinno jej zabraknąć w żadnej lecznicy zajmującej się radiologią koni.

dr n. wet. MACIEJ PRZEWOŻNY

*Radiologia kliniczna koni* to książka napisana przez autorów z wieloletnią praktyką, doświadczeniem oraz cieszących się dużym uznaniem w środowisku lekarzy hipiatrów. Zawiera informacje o technikach radiologicznych, prawidłowej anatomii radiologicznej oraz najczęściej występujących odstępstwach od normy. Wartość merytoryczną i dydaktyczną tego przewodnika podnoszą szczegółowe opisy metod wykonywania poszczególnych projekcji, liczne schematy i obrazy radiologiczne struktur anatomicznie prawidłowych i nieprawidłowych, poprawna terminologia stosowana podczas opisywania radiogramów, a także omówienie najczęściej popełnianych błędów przy wykonywaniu zdjęć rentgenowskich.

Bez wątpienia publikacja ta jest długo oczekiwaną pozycją na polskim rynku. Stanowi cenne źródło wiedzy dla lekarzy weterynarii, którzy zajmują się końmi, jak również dla studentów medycyny weterynaryjnej, fizjoterapeutów, osteopatów i osób profesjonalnie zajmujących się sportem jeździeckim.

dr n. wet. MATEUSZ HECOLD  
*specjalista chorób koni oraz radiologii weterynaryjnej*



[www.galaktyka.com.pl](http://www.galaktyka.com.pl)

Cena: 340 zł (w tym 5% VAT)